COLETÂNEA II

"PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL EM SUAS DIVERSAS AMPLITUDES"

TOMO 6

"INTERDISCIPLINARIDADE E SUSTENTABILIDADE PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS"

Leonardo Silva Soares
José Eduardo de Melo Soeiro
Ian Moura Martins
Camila de Oliveira Louzada
João Filipe Soares da Silva
Larissa Neris Barbosa
(Organizadores)

EDUFMA

Copyright © 2022 by EDUFMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Prof. Dr. Natalino Salgado Filho
Reitor
Prof. Dr. Marcos Fábio Belo Matos
Vice-Reitor

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
Prof. Dr. Sanatiel de Jesus Pereira
Diretor

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Luís Henrique Serra
Prof. Dr. Elídio Armando Exposto Guarçoni
Prof. Dr. André da Silva Freires
Prof. Dr. Jadir Machado Lessa
Profª. Dra. Diana Rocha da Silva
Profª. Dra. Gisélia Brito dos Santos
Prof. Dr. Marcus Túlio Borowiski Lavarda
Prof. Dr. Marcos Nicolau Santos da Silva
Prof. Dr. Márcio James Soares Guimarães
Profª. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues
Prof. Dr. João Batista Garcia
Prof. Dr. Flávio Luiz de Castro Freitas
Bibliotecária Suênia Oliveira Mendes
Prof. Dr. José Ribamar Ferreira Junior

EDUFMA

Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

COLETÂNEA II

"PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL EM SUAS DIVERSAS AMPLITUDES"

TOMO 6

"INTERDISCIPLINARIDADE E SUSTENTABILIDADE PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS"

Leonardo Silva Soares
José Eduardo de Melo Soeiro
Ian Moura Martins
Camila de Oliveira Louzada
João Filipe Soares da Silva
Larissa Neris Barbosa
(Organizadores)

São Luís

EDUFMA

2022

Copyright © 2022 by EDUFMA

Capa *Anderson da Silva Marinho*

Projeto Gráfico *David Ribeiro Mourão*

Revisão *Arkley Marques Bandeira*
Leonardo Silva Soares
Marcelo Henrique Lopes Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Coletânea II [recurso eletrônico]: planejamento e gestão territorial em suas diversas amplitudes / Leonardo Silva Soares... [et al.] (Organizadores). — São Luís: EDUFMA, 2022.
t. 6, 381 p.: il.

Conteúdo: t. 6. Interdisciplinaridade e sustentabilidade para o ordenamento territorial de bacias hidrográficas.
Modo de acesso: World Wide Web
<http://www.edufma.ufma.br/index.php/loja/>
ISBN:978-65-5363-039-0

1. Políticas Públicas 2. Governança. 3. Gestão Hídrica. I. Soares, Leonardo Silva. II. Soeiro, José Eduardo de Melo. III. Martins, Ian Moura. IV. Louzada, Camila de Oliveira. V. Silva, João Filipe Soares da. VI. Barbosa, Larissa Neris.

CDD 577.370
CDU 502:37

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Marcia Cristina da Cruz Pereira CRB 13 / 418

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microimagem, gravação ou outro, sem permissão do autor.

EDUFMA | Editora da UFMA

Av. dos Portugueses, 1966 – Vila Bacanga
CEP: 65080-805 | São Luís | MA | Brasil
Telefone: (98) 3272-8157
www.edufma.ufma.br | edufma@ufma.br

Coordenação Editorial
Anderson da Silva Marinho
Giovanna de Castro Silva
Leonardo Silva Soares
Edson Vicente da Silva

Projeto Gráfico
David Ribeiro Mourão

Diagramação
Leonardo Azevedo Serra
Luciana Amorim Soares
Adilson Matheus Borges Machado
Weslley Leandro Melo Pereira
João Filipe Soares da Silva

Capa e Ilustração
Anderson da Silva Marinho

Revisão
Arkley Marques Bandeira
Leonardo Silva Soares
Marcelo Henrique Lopes Silva

Catalogação
UFMA

PREFÁCIO

Na contemporaneidade, o pensamento interdisciplinar figura como *práxis* da compreensão da sociedade e suas relações e inter-relações com a paisagem e o meio ambiente, naquilo que está se concebendo como antropoceno. Compreender as interações físicas, biológicas, ecossistêmicas, socioeconômicas e culturais permeia pela necessidade de transcender de uma visão disciplinar/ multidisciplinar, para uma perspectiva interdisciplinar e transversal.

Com o aumento da população mundial e a consequente sobrecarga da exploração dos recursos naturais, urge a ampliação da "*Pegada Ecológica Mundial*". Mudanças climáticas, efeito estufa, perda de biodiversidade, catástrofes ambientais, extinções das espécies, ampliação das fronteiras agropecuárias e aumento do nível do mar são alguns exemplos de ações humanas que provocam alterações biofísicas em escala planetária.

Estamos há menos de uma década do cumprimento dos desafios postulados para *Agenda 2030 da ONU*. Não obstante, sabemos que os problemas mundiais se intensificaram nas últimas décadas. Nesta conjuntura, a pandemia mundial da COVID-19 acentua substancialmente os problemas ambientais e socioeconômicos de países em desenvolvimento e periféricos. O apelo global às ações para erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e clima, além de garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz, bem-estar e de prosperidade, não se encerra em 2030, tornando-se, provavelmente, o desafio do milênio.

Os horizontes da *Educação Ambiental e da Gestão Territorial* permeiam pelos métodos interdisciplinares, contrapondo-se ao método científico cartesiano. Estes campos do saber contribuem para o entendimento do debate das questões socioambientais do cotidiano, numa perspectiva sistêmica, holística e integrada, para a atualidade e futuro. A Gestão Territorial e a Educação Ambiental são esferas com interseções e com flutuações de densidade e elasticidade, que podem contribuir para os tomadores de decisão formularem políticas públicas que convergem com os princípios e metas da *Agenda 2030 da ONU*.

O enfoque interdisciplinar integra estratégias analíticas e metodológicas de várias disciplinas para abordar com maior eficácia os desafios enfrentados para o "***Planejamento e Gestão Territorial em Suas Diversas Amplitudes***", título definido para nomear a II Coletânea de livros organizados a partir do VII Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial. Na Obra estão organizados 7 livros e 312 capítulos, com diversas perspectivas científicas para aguçar a criatividade de pesquisadores e o público em geral, para o presente, e para o futuro.

Arkley Marques Bandeira - UFMA

Leonardo Silva Soares - UFMA

SUMÁRIO

"INTERDISCIPLINARIDADE E SUSTENTABILIDADE PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS"

A Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Estado do Amazonas: uma análise acerca da legislação estadual..... 10

A Inserção de Variáveis Ambientais na Produção Científica em Desenvolvimento Rural..... 19

Adaptações ao Indicador de Salubridade Ambiental no Brasil..... 28

A Integração da Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas e do Plano Diretor Urbano e Ambiental da Cidade de Manaus - AM..... 38

Análise do Perfil de Consumo das Águas Tratadas e Minerais em Natal-RN: Fatores que Determinam a Preferência e a Perspectiva Distorcida da Qualidade das Águas..... 46

Análise das Transformações de Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Suja em Chapada da Natividade e Natividade (Tocantins)..... 56

Análise de Parâmetros Biofísicos Estimados pelo Algoritmo Sebal para a Bacia Hidrográfica do Rio..... 66

Análise do Uso e Ocupação dos Sistemas Ambientais da Sub-bacia do Rio Caxitoré - CE..... 74

Análise e Mapeamento da Susceptibilidade a Enchentes na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Alegre - ES..... 83

Análise Geossistêmica para o Ordenamento Territorial em Bacias Hidrográficas: aproximações teórico-conceituais..... 93

Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica Barra/Centenário, Salvador, Bahia. 102

Análise Morfométrica das Bacias Litorâneas dos Calhau, Pimenta e Urubu – São Luís, MA..... 111

Análise Multitemporal de Cobertura e Uso do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté, Pará..... 119

Análise Temporal da Cobertura do Solo dos Índices de Vegetação NDVI, EVI e SAVI da Bacia do Rio Araguari do Amapá..... 129

Análise Geoambiental da Microbacia da Grota Criminosa no Município de Marabá (PA) Como Subsídio ao Planejamento Ambiental..... 138

Análise Multitemporal do Sensor MODIS para Caracterização do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, Amapá..... 148

Avaliação dos Planos Setoriais à Luz dos Impactos da Implantação do Sistema Viário do Oeste (SVO) Sobre os Recursos Hídricos na Bacia do Rio Tapera no Estado da Bahia..... 158

Avaliação da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Botafogo, Pernambuco..... 168

SUMÁRIO

Bacias Hidrográficas e Saneamento Básico em Manaus: proposta para caracterização socioambiental 178

Bacias Hidrográficas no Município de Timon, Maranhão: unidades de planejamento ambiental e territorial 184

Categorização dos Usos Múltiplos da Água na Bacia do Rio Guaribas/CE 195

Da Exploração da América Latina a Degradação do Bioma Pampa: Retratos Em Uma Bacia Hidrográfica Sul-Rio-Grandense 204

Delimitação de Áreas de Contribuição na Bacia Hidrográfica do Rio Cotia Usando Modelo Digital de Elevação 213

Gestão das Águas Urbanas: reflexão sobre a necessidade de integração do plano de bacia hidrográfica com as políticas de ordenamento do solo 223

Impactos Ambientais em Áreas de Quedas D'água: análise sobre a ação antrópica em elementos da geodiversidade 231

Indicadores Geobiofísicos de Desertificação da Bacia de Ribeira Seca na Ilha de Santiago, Cabo Verde – África 239

Lagoas Marginais do Alto Curso do Rio São Francisco: análise dos objetivos de desenvolvimento sustentável e atuação dos municípios para conservação das áreas úmidas 247

Oceano e Sociedade: perspectivas da educação ambiental para a problemática do plástico no ambiente marinho 257

O Estudo da Sustentabilidade da Atividade Salineira Junto às Comunidades na Região da Costa Branca, no Rio Grande do Norte 266

Padrões de Uso e Cobertura da Terra do Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão - MA 275

Paisagismo e Arborização: propostas para uma cidade da região do semiárido brasileiro 283

Proposta De Melhoria Do Consumo De Água No Semi-Árido Através Do Ajuste Tarifário 292

Proposta de Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera Localizado no Estado de Roraima 301

Proteção Ambiental Em Icapuí-Ceará-Brasil: Áreas Protegidas E Prioritárias, Serviços Ecossistêmicos E Ações Para Enfrentamento Das Mudanças Climáticas 307

Áreas de Pastagens como Prioritárias para a Transferência de Tecnologia na Implementação de Sistemas Integrados 316

Reflexões Acerca das Indicações Geográficas como Dispositivo de Proteção dos Saberes Tradicionais e de Territórios 326

Relação Entre o Abastecimento de Água e a Pandemia por COVID-19: uma análise no estado do Ceará, Brasil 335

Um Olhar Crítico Sobre o Planejamento Ambiental Costeiro Brasileiro a Partir do Projeto Orla 343

SUMÁRIO

Uso do Sensoriamento Remoto na Estimativa de Perda de Solo em uma Bacia Hidrográfica do Semiárido Brasileiro..... 354

Utilização de Ferramentas SIG para Delimitação e Análise Morfométrica da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Jaguarema, São Luís, MA..... 363

Vigilância de Agrotóxicos em Águas Destinadas ao Consumo Humano: considerações técnicas e bibliográficas..... 374

A COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO AMAZONAS: UMA ANÁLISE ACERCA DA LEGISLAÇÃO ESTADUAL

FRANÇOAN DE OLIVEIRA DIAS
RICHARD COELHO DE PAULO

Resumo
A Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas foi reformulada por meio da Lei Estadual n.º 3.167/07, baseando-se nas mesmas prerrogativas da Política Nacional de Recursos Hídricos. Neste cenário, foi possível estabelecer instrumentos para a gestão de recursos hídricos, dentre eles, destaca-se, a cobrança pelo uso. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é realizar uma análise acerca dos preceitos da cobrança pelo uso de recursos hídricos estabelecidos na Política Estadual em contraponto com a Política Nacional. A metodologia empregada caracteriza-se como qualitativa e descritiva compreendendo a revisão bibliográfica e documental, assim como a análise dos aspectos legais das legislações nacional e estadual em vigor. Os resultados apontam que os aspectos legais da cobrança no Estado do Amazonas precisam ser revisados, pois apresentam inconsistências legais, que deveriam ser melhor debatidas nas plenárias do Conselho Estadual de Recursos Hídricos para posterior validação. Por fim, a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado do Amazonas ainda não ocorre, o que inviabiliza, juntamente com a não concretização dos demais instrumentos, uma gestão participativa das águas.

Palavras-chave: Legislação Estadual; Instrumentos para a Gestão de Recursos Hídricos; Gestão; Comitês de Bacias Hidrográficas.

Abstract
The State Water Resources Policy of the State of Amazonas was reformulated through State Law n.º 3.167/07, based on the same prerogatives as the National Water Resources Policy. In this scenario, it was possible to establish instruments for the management of water resources, including charging for use. Therefore, the objective of this research is to carry out an analysis about the charging principles for the use of water resources established in the State Policy in contrast to the National Policy. The methodology used is characterized as qualitative and descriptive, including bibliographic and documentary revision, as well as the analysis of the legal aspects of the national and state laws in force. The results indicate that the legal aspects of collection in the State of Amazonas need to be revised, as they present legal inconsistencies, which should be better debated in the plenary sessions of the State Water Resources Council for further validation. Finally, charging for the use of water resources in the State of Amazonas has not yet taken place, which makes it impossible, together with the non-implementation of the other instruments, to participate in water management.

Keywords: State legislation; Instruments for the Management of Water Resources; Management; Hydrographic Basin Committees.

1. Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) foram promulgados por meio da Lei Federal n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997, também intitulada como "Lei das Águas", a partir de então se inicia um novo modelo de gestão, descentralizada e participativa, para as águas no país.

De acordo com o Art. 1º, inciso II da PNRH, a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, permitindo assim que se estabeleça os mecanismos de cobrança pelo uso. Outro aspecto importante dessa legislação foi a proposição de instrumentos da gestão da PNRH, sendo a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos um de seus instrumentos, tendo como objetivos: (I) reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; (II) incentivar a racionalização do uso da água; e (III) obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Dessa forma, poderão ser cobrados os usos sujeitos à Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, com isso, instituiu-se no Brasil a vinculação formal entre o instrumento econômico (Cobrança pelo Uso) e o instrumento de regulação ou de comando (outorga), além da integração desses com os Planos de Recursos Hídricos, responsáveis por definirem as prioridades de uso e o enquadramento dos corpos d'água em classes relativas aos usos preponderantes (ANA, 2014, p. 22).

Ressalta-se que a cobrança não é um imposto, mas uma remuneração pelo uso de um bem público, cujo preço é fixado a partir da participação dos usuários da água, da sociedade civil e do poder público no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs), a quem a Legislação Brasileira estabelece a competência de sugerir ao respectivo Conselho de Recursos Hídricos os mecanismos e valores de Cobrança a serem adotados na sua área de atuação. É importante destacar também que, a legislação estabelece uma destinação específica para os recursos arrecadados: a recuperação das bacias hidrográficas em que são gerados.

A Cobrança em águas de domínio da União somente se inicia após a aprovação pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) dos mecanismos e valores propostos pelo CBH, da mesma forma ocorre no âmbito Estadual onde a aprovação se dá através dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs).

Cabe à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), criada pela Lei nº 9.984/00, arrecadar e repassar os valores arrecadados à Agência de Água da bacia, ou à entidade delegatária de funções de Agência de Água, conforme determina a Lei nº 10.881/04.

As Agências de Água da bacia ou entidade delegatária de suas funções é instituída mediante solicitação do CBH e autorização do CNRH, cabendo a ela desembolsar os recursos arrecadados com a Cobrança nas ações previstas no Plano de Recursos Hídricos da bacia e conforme as diretrizes estabelecidas no plano de aplicação, ambos aprovados pelo CBH.

A partir deste cenário, o Estado do Amazonas, por meio da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 3.167/07), também instituiu a cobrança pelo uso de recursos hídricos como um de seus instrumentos de gestão, tendo o mesmo propósito da PNRH.

Portanto, a presente pesquisa tem como objetivo realizar uma análise acerca dos preceitos da cobrança pelo uso de recursos hídricos estabelecidos na Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas em contraponto com a Política Nacional de Recursos Hídricos.

2. Metodologia

Os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho são a pesquisa documental, por meio de consulta bibliográfica em literaturas que abordassem o tema, sendo buscadas através das

Legislações Brasileira e Estadual, resoluções, instruções normativas, portarias, teses, dissertações, artigos científicos e os cadernos de capacitação em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA).

A partir de então foi realizado uma busca inicial no *Google* Acadêmico utilizando as palavras-chave: "Legislação Estadual de Recursos Hídricos no Amazonas", "Instrumentos de Gestão" e "Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos". Dessa forma, foram selecionados o material bibliográfico relacionados ao tema em questão.

Foram utilizados como critérios de inclusão os textos nacionais e estaduais que abordavam a Política Nacional Recursos Hídricos e a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Amazonas.

Ressalta-se que para os artigos científicos, dissertações e teses, foram selecionados preferencialmente publicações recentes. Assim, foram excluídos aqueles que não atendiam aos critérios estabelecidos.

Ao final, foram selecionados os trabalhos que se aproximavam da temática abordada, realizando uma síntese das mesmas para que se pudesse prosseguir com a pesquisa bibliográfica e documental.

3. Resultados e Discussão

A partir da promulgação da Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Amazonas, tem-se um importante instrumento financeiro voltado para a gestão dos recursos hídricos – a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Na PERH/AM, previamente estabelece-se que as diretrizes e critérios para a cobrança estarão dispostos no Plano Estadual de Recursos Hídricos e nos Planos de Bacias Hidrográficas, contudo tais planos ainda estão em fase de publicação e elaboração no Estado.

A partir desse fato, será analisado com mais acuracidade esse instrumento em consonância com o que é estabelecido na PNRH (Lei Federal n.º 9.433/97). Sendo assim, a cobrança tem como objetivos, de acordo com o Art. 24 da PERH, as seguintes prerrogativas:

> I – reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
> II – incentivar a racionalização do uso da água;
> III – obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos;
> IV – promover o gerenciamento das bacias hidrográficas onde foram arrecadados os recursos financeiros; e
> V – manter e melhorar as condições de qualidade dos corpos hídricos da bacia.

Dos objetivos da cobrança supramencionados, a PERH acrescenta dois a mais em relação a PNRH, sendo os incisos IV e V, como um desdobramento dos demais.

Seguindo as prerrogativas desse instrumento na legislação estadual, percebe-se que no Art. 25 é fixado os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos sujeitos a outorga, devendo ser observados, dentre outros, os seguintes parâmetros:

> I – nos usos ou derivação do corpo de água:
> a) a finalidade;
> b) a disponibilidade hídrica local;

> c) o volume captado e seu regime de variação;
> d) o consumo efetivo;
> e) a sazonalidade;
> f) a classe preponderante em que estiver enquadrado o corpo de água ou aquífero subterrâneo onde se localiza a captação;
> g) o risco de contaminação;
> II – nos lançamentos de efluentes de qualquer espécie:
> a) as características físicas, físico-químicas, biológicas e de toxidade do efluente;
> b) a carga lançada, direta ou indiretamente, no corpo receptor;
> c) a classe de uso preponderante do corpo receptor;
> d) a sazonalidade da bacia hidrográfica receptora;
> e) a capacidade de diluição e transporte do corpo hídrico receptor.

É importante observar que para fins previstos no inciso II deste artigo que o pagamento pelo uso de recursos hídricos não desobriga o usuário do cumprimento das normas e dos padrões exigidos no respectivo licenciamento ambiental.

Em relação a PNRH, é determinado em seu Art. 21, que a fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos deverá observa-se, dentre outros:

> I - nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;
> II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxidade do afluente.

Percebe-se que a fixação de valores tanto na PERH/AM como PNRH se assemelham, sendo que na legislação estadual é acrescentado outros parâmetros visando adequar as peculiaridades do Estado.

Quanto a aplicação dos valores arrecadados com a cobrança, serão destinados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados, conforme determinações do Art. 26, a saber:

> I – no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos no Plano Estadual de Recursos Hídricos;
> II – no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;
> III – em despesas com execução do Plano de Bacia Hidrográfica ou qualquer de suas fases, respeitado o indicativo de prioridade a ser definido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Destaca-se que nesse artigo, em relação a PNRH, acrescenta-se o inciso III, sendo que os demais se equivalem. Vale ressaltar que a PERH determina que a aplicação das despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a 7,5% (sete e meio por cento) do total arrecadado, percentual este direcionado principalmente para a manutenção das Agências de Água, e que os valores previstos poderão ser aplicados, a fundo perdido, em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade ou o regime de vazão de um corpo de água.

É importante esclarecer que os artigos a seguir não estão previstos na PNRH, somente na

PERH. Assim sendo, outro ponto que deve ser observado na PERH, por meio do Art. 27, refere-se que se excetuadas as hipóteses de concessão a título gratuito e de inexigibilidade, a outorga do direito de uso das águas dominiais do Estado se sujeita à cobrança de preço público, a ser estabelecido ano a ano pela SEMA, mediante proposta do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Conforme mencionado há uma inversão de competências, pois quem deve estabelecer os critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso é o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e os Comitês de Bacias Hidrográficas mediante o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacias Hidrográficas, que irão constituir as diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso, não cabendo a SEMA essa atribuição.

Desta forma, visando atender o que preconiza a legislação nacional, o entendimento apropriado seria que a SEMA estabeleceria ano a ano o preço público e submeteria proposta para aprovação ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, para posterior providências e publicação.

No que se refere ao Art. 28 da PERH, o preço público cobrado pelo uso dos recursos hídricos será calculado com base na vazão máxima outorgada, ou na quantidade estabelecida em título, pelo outorgado/usuário, conforme critérios complementares e periodicidades definidos pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, com o auxílio técnico específico, em função dos usos específicos e mediante a utilização da fórmula:

$$PPu = (PP \times Vef)$$

Observa-se ainda neste artigo que o valor do preço público da outorga pelo uso de hidrovia para transporte será calculado com base na alínea "o" do Anexo Único desta lei, e na fórmula:

$$PPu = (PP \times Mn \times Cb)$$

Para efeito de caracterização das fórmulas citadas acima, entende-se por:

I – Ppu = preço público, em reais;
II – PP = preço padrão;
III – Vef = volume mensal consumido pelo usuário, em metros cúbicos.
IV – Mn = milhas náuticas;
V – Cb = calado da embarcação, em metros.

O anexo único supramencionado da Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Amazonas (Lei n.º 3.167/07), detalha-se conforme **Tabela 1**:

Tabela 1: Anexo único da PERH/AM (Lei n.º 3.167/07).

Tipo de Empreendimento (m^3)	**Preço Público Padrão em reais**
Abastecimento público na região metropolitana	0,02
Abastecimento público, nas demais regiões do interior do Estado	0,01
Piscicultura em tanques escavados	0,003
Piscicultura em tanques rede	0,006
Piscicultura em canal de igarapé	0,012
Piscicultura em barragem	0,024
Irrigação com consumo de 1.500 m^3/mês até 5.999 m^3/mês	0,001
Irrigação com consumo de 6.000 m^3/mês até 11.999 m^3/mês	0,002

Irrigação com consumo de 12.000 m^3/mês até 19.999 m^3/mês	0,0025
Irrigação com consumo de 20.000 m^3/mês até 49.999 m^3/mês	0,003

Fonte: Amazonas (2007).

Desta maneira, será dado uma atenção especial a este artigo da PERH, visto que se percebe uma das inconsistências da legislação estadual perante a legislação nacional, pois foi estabelecido fórmulas para cálculo da cobrança de usos outorgáveis, porém quem deve estabelecer as fórmulas são os Comitês de Bacia Hidrográfica, após uma série de estudos prévios que darão consistência e embasamento legal para as tomadas de decisão, visto que cada bacia tem suas especificidades. Ressalta-se que tais parâmetros para a formação do cálculo de cobrança serão amplamente debatidos no âmbito do comitê em plenária aberta à sociedade e após aprovação dos mesmos e que se submeterá ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos também para apreciação e validação.

Outro ponto que deve ser observado, relaciona-se a alínea "o" do anexo único, sendo que tal alínea é implícita na lei, além de não ser mostrado com que parâmetros se utilizou para determinar os preços públicos padrão (PP).

Ainda sobre o preço público, o art. 29 determina que para fins de cálculo do preço público, o valor de PP sofrerá variação entre as bacias hidrográficas e em função dos seguintes usos dos recursos hídricos:

> I – abastecimento público:
> a) na região metropolitana;
> b) nas demais regiões do Interior do Estado;
> II – piscicultura:
> a) em tanques escavados;
> b) em tanques rede;
> c) em canal de igarapé; e
> d) em barragem.
> III – irrigação, segundo os níveis de consumo mensal definidos em regulamento, devendo a fixação do preço público ocorrer de forma escalonada, iniciando-se com os maiores consumidores e concluindo-se com os demais usuários sujeitos à outorga;
> IV – indústria;
> V – água mineral e água potável de mesa;
> VI – aproveitamento de potenciais hidrelétricos e termelétricos;
> VII – utilização da hidrovia para transporte;
> VIII – usos não destinados ao consumo;
> IX – lançamentos de efluentes;
> X – demais categorias de captação e lançamentos; e
> XI – adoção de práticas ambientalmente apropriadas.

De acordo com o disposto acima, os procedimentos gerais de leitura de vazão, faturamento, operacionalização técnica de medição, recursos e direitos dos usuários, serão efetivados pelo outorgante, de acordo com o regido desta lei e instrução normativa da SEMA, além de que estas disposições são também aplicáveis às outorgas anteriores à aprovação do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Ressalta-se que tais procedimentos necessitam de reformulação, tendo em vista que os usos outorgáveis do Estado devem ser previstos primeiramente no plano estadual para que posteriormente se conceda qualquer modalidade de outorga.

É importante notar também que o cálculo do preço público sofrerá variação entre as bacias

hidrográficas e em função dos diversos usos, mas o anexo único da lei não evidencia a variação quanto à aplicação nas bacias.

Com relação ao Art. 30, que trata do volume mensal de água bruta consumido pelos usuários e que será o elemento constitutivo fundamental para efeito de cobrança do preço público, tanto na captação de água superficial quanto subterrânea deverá ser calculado por meio dos seguintes métodos:

> I – utilização de equipamento de medição devidamente autorizado, aferido e lacrado pelo órgão competente;
> II – medições frequentes de vazões, onde seja inapropriada a instalação de equipamento de medição convencional; e
> III – mediante estimativas indiretas, a cargo do outorgante, na impossibilidade de medição direta, considerando-se as dimensões das instalações dos usuários, os diâmetros das tubulações e/ou canais de adução de água bruta, horímetros, medidores proporcionais, a carga manométrica da adução, as características de potência da bomba e energia consumida, tipo de uso e quantidade de produtos manufaturados, área, método e culturas irrigadas que utilizem água bruta.

Observa-se que dos incisos acima mencionados, os instrumentos de medição, de instalação obrigatória, serão custeados pelo usuário, atendidas as orientações e normas técnicas estabelecidas pelo outorgante.

Avançando-se ao art. 31, o mesmo prevê que a cobrança mensal do preço público pelo uso dos recursos hídricos será efetivada pelo outorgante, mediante guia de recolhimento ou outro documento definido em regulamento, aplicando-se ao outorgado, em caso de inadimplência, as seguintes regras:

> I – sujeição ao pagamento de multa de 2% (dois por cento) sobre o valor total lançado pelo outorgante, acrescido de juros de 1% (um por cento) ao mês, sem prejuízo do corte de fornecimento ou da suspensão do direito de uso da água bruta, decorridos 60 (sessenta) dias de inadimplemento;
> II – lançamento do débito, pelo outorgante, em Notificação de Débito de Preço Público, instaurando-se o devido procedimento para constituição do seu crédito, assegurado o devido processo administrativo, na forma da lei e de normas regulamentares;
> III – julgada procedente a Notificação de Débito de Preço Público, cabe ao outorgante notificar o outorgado da decisão, assinalando-lhe prazo não superior a 30 (trinta) dias para recolhimento administrativo do valor apurado, findo o qual os autos serão encaminhados à Procuradoria Geral do Estado para inscrição do débito em Dívida Ativa e a respectiva cobrança, em conformidade com o disposto no artigo 95, inciso III, da Constituição Estadual; e
> IV – os valores originais dos débitos, apurados mediante a lavratura de Notificação de Débito de Preço Público, serão corrigidos monetariamente, nos termos da legislação estadual, a partir da ocorrência da infração até a data da lavratura, e desta até o efetivo pagamento, acrescidos de outros encargos legais e honorários, quando a cobrança for de competência da Procuradoria Geral do Estado.

É importante enfatizar que o disposto no inciso IV deste artigo é também aplicável à cobrança de multas por infração à outorga do direito de uso dos recursos hídricos.

Percebe-se, portanto, que dos artigos 27 até o 31 da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual n.º 3.167/07), poderiam ser formalizados por meio de Regulamentos, Decretos, Instruções Normativas e Portarias propostos pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos e Comitês de Bacias Hidrográficas em ampla discussão pública.

Quanto às perspectivas futuras acerca da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado, espera-se que após a efetivação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, seja possível estabelecer os mecanismos de cobrança no âmbito estadual, servindo de aparato para que os demais Comitês de Bacia Hidrográfica desenvolvam seus Planos de Bacia Hidrográfica, determinando assim os dispositivos de arrecadação, considerando que este instrumento é essencial para a racionalização do uso e recuperação das bacias hidrográficas.

4. Considerações Finais

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um importante instrumento tanto nas Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, tendo seus efeitos potencializados se os demais instrumentos estiverem bem estruturados e fortalecidos, desempenhando a contento suas atribuições.

A partir da sua operacionalização, pode-se afirmar que o Brasil começa a superar a visão de uso da água a preço zero e consolida o reconhecimento do valor econômico dos recursos hídricos, fortalecendo a gestão descentralizada e participativa.

No Estado do Amazonas, a cobrança pelo uso de recursos hídricos ainda não se concretizou, assim como os demais instrumentos previstos na PERH, fato esse que pode estar relacionado com uma participação mais ativa do poder público, assim como da sociedade.

Observa-se também que na política estadual há diversas inconsistências no que diz respeito à cobrança, o que pode gerar problemas futuros de sua operacionalização, bem como no comprometimento desse modelo de gestão nas bacias hidrográficas do Estado.

Sendo assim, para que haja a cobrança é necessário que seja definido os usos outorgáveis e não outorgáveis, e a implantação de um sistema eficiente de outorga precisa ser materializado no Estado, sob o ponto de vista legal.

Nessa circunstância, a PERH precisa ser revisada e complementada, atentando-se a uma melhor definição de competências para que não ocorra conflitos institucionais, o que acaba interferindo diretamente no progresso da gestão hídrica no Estado.

Dessa forma, a implementação dos instrumentos previstos na PERH perpassa por mudanças no Estado, fato esse que pode também estar relacionado a poucos estudos técnicos e sistemas de informações eficientes que gerenciem essas informações.

Outro agravante a ser considerado, é a ausência de mapeamento dos corpos hídricos, no que se refere a quantidade e qualidade de suas águas, informações essas que são essenciais para a classificação do enquadramento dos corpos d'água, além de dar subsídios para a definição de usos outorgáveis que constarão nos planos de bacia, que estabelecerão os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos. Ressalta-se que isso se deve também a um corpo técnico reduzido, o que inviabiliza tais estudos em decorrência de uma extensa dimensão territorial, que é o Estado do Amazonas.

Assim, cabe aos órgãos estaduais gestor e executor uma maior atuação na gestão de recursos hídricos, levando em consideração o maior desafio da região, que é a preservação dos corpos hídricos existentes, de maneira a melhorar as condições existentes e evitar o avanço das condições danosas.

Por fim, a implementação de sistemas eficientes de cobrança pelo uso de recursos hídricos,

ainda são ausentes, o que inviabiliza, juntamente com a não concretização dos demais instrumentos, uma gestão participativa das águas no Estado do Amazonas.

5. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Cobrança pelo uso de recursos hídricos.** Brasília: ANA, 2014. 96p. v.7. Disponível em: https://goo.gl/V2kH74. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

AMAZONAS. **Decreto n° 28.678, de 16 de junho de 2009.** Regulamenta a Lei n.º 3.167, de 27 de agosto de 2007, que reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: https://goo.gl/4RHcFQ. Acesso em: 17 de janeiro de 2021.

AMAZONAS. **Lei n.º 2.712, de 28 de dezembro de 2001.** Disciplina a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelece o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: https://goo.gl/Avsid9. Acesso em: 19 de janeiro de 2021.

AMAZONAS. **Lei n.° 3.167, de 28 de agosto de 2007.** Reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e estabelece outras providências. Disponível em: https://goo.gl/MeMA4B. Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: https://goo.gl/uqGq5p. Acesso em: 19 de janeiro de 2021.

BRASIL. **Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: https://goo.gl/PwPK5B. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.

BRASIL. **Lei n° 9.984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: https://goo.gl/vxeiBT. Acesso em: 16 de janeiro de 2021.

A INSERÇÃO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM DESENVOLVIMENTO RURAL

Matheus Silva Oliveira
Maria Lúcia de Sousa Moreira
Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima

Resumo
As questões ambientais estão presentes na pauta de discussão dos principais problemas mundiais. Apesar do meio rural ser um dos espaços mais vulneráveis aos ataques à natureza, percebe-se que o modelo de desenvolvimento para essa área ainda não consegue incorporar a dimensão ambiental da sustentabilidade. A contribuição da ciência nesse sentido é de fundamental importância, pois pode auxiliar na compreensão de relações de causa e efeito ainda pouco aprofundadas. O objetivo deste artigo é avaliar a produção científica sobre a temática desenvolvimento rural no que se refere à inserção das variáveis ambientais nas pesquisas realizadas. Para tanto, foi utilizada como ferramenta metodológica uma análise bibliométrica com o termo de busca "rural development" abrangendo o período 1945 a 2020. O estudo mostrou que ainda são poucas as iniciativas da ciência no sentido de incorporar as variáveis ambientais em suas pesquisas. Nota-se claramente a necessidade de pesquisadores que se interessem pelo tema e estimulem um debate sobre o um desenvolvimento rural ambientalmente sustentável.

Palavras-Chave: Desenvolvimento rural; meio ambiente; bibliometria.

Abstract
Environmental issues are on the agenda for discussing the main global problems. Despite the rural environment being one of the most vulnerable spaces to attacks on nature, it is clear that the development model for this area still fails to incorporate the environmental dimension of sustainability. The contribution of science in this sense is of fundamental importance, as it can assist in the understanding of cause and effect relationships that are still not very deep. The objective of this article is to evaluate the scientific production on the rural development theme with regard to the insertion of environmental variables in the researches carried out. For that, a bibliometric analysis with the search term "rural development" covering the period 1960 to 2020 was used as a methodological tool. The study showed that there are still few scientific initiatives in the sense of incorporating environmental variables in its research. It is clear that there is a need for researchers who are interested in the topic and stimulate a debate on environmentally sustainable rural development.

Keywords: Rural development; environment; bibliometry.

1. Introdução

O sistema econômico vigente trouxe desafios de ordem social e ambiental nas zonas rurais que atualmente passam a ocupar cada vez mais espaço nas políticas públicas governamentais e na sociedade civil. Na tentativa de prover respostas e soluções a esses desafios, começam a surgir novas pesquisas sobre Desenvolvimento Rural, as quais têm vários intuitos, entre eles propor soluções de valor social e/ou ambiental além do valor econômico. Trata-se de uma visão voltada para a sustentabilidade das atividades rurais.

Com o passar do tempo os definidores do rural foram se modificando, ganhando novos contornos: a grande propriedade já não reina absoluta, a agricultura se modernizou, a população rural passou a obter rendimentos nas adjacências das cidades, a própria indústria penetrou nos espaços rurais e reduziram-se as diferenças culturais entre campo e cidade (KAGEYAMA, 2004).

As características do meio rural são muito heterogêneas e específicas o que dificulta a compreensão clara do conceito de desenvolvimento rural (ASHLEY; MAXWELL, 2001). Além disso, as dimensões do desenvolvimento rural são variadas, abrangem recursos hídricos, uso da terra, adoção de práticas agrícolas sustentáveis, participação da comunidade em processos de tomada de decisão, produtividade, investimentos, cooperativismo, parcerias, capacitação, modos de governabilidade (TSANTOPOULOS et al. 2014). Essa diversidade lhe confere uma natureza multinível, multiator e dificulta a identificação de elementos para uma formatação do que seria uma "teoria do desenvolvimento rural" (FAVARETO; 2014) .

Nesse contexto, qualquer tentativa de retratar o desenvolvimento rural corre o risco de simplificação excessiva (ELLIS; BIGGS, 2001), mas sempre será uma contribuição para o entendimento de sua complexidade. As dimensões cruciais do desenvolvimento rural devem ser aprofundadas nos debates sobre o tema de modo a influenciar mais consistentemente a formulação e implementação de políticas públicas.

No contexto contemporâneo do desenvolvimento rural estão inseridas questões relativas a mudanças climáticas, incertezas de mercado, redução de desigualdades, volatilidade de preços de alimentos, diminuição da oferta de recursos naturais, degradação ambiental, perda da biodiversidade (PEIXOTO, 2014). Por muitos anos desenvolvimento rural esteve associado ao crescimento agrícola como a solução para os problemas existentes no campo, mas hoje é inconteste a importância da inserção das variáveis ambientais na gestão das áreas rurais. Desenvolvimento rural hoje requer um debate mais amplo, que envolve diversas disciplinas acadêmicas para conceitualização de forma que abranja o assunto em sua totalidade.

Este estudo tem como objetivo realizar um mapeamento da produção científica dos últimos setenta e seis anos sobre o conceito de desenvolvimento rural e a forma como tal produção vem inserindo as questões ambientais em sua pauta de discussão. Desse modo, pretende-se contribuir para o entendimento da evolução do tema e das correntes teóricas existentes, bem como para o fortalecimento da discussão de desenvolvimento rural na perspectiva de construção de um modelo com bases na sustentabilidade e seus pilares, especialmente o ambiental.

2. Metodologia

Sob a perspectiva dos procedimentos técnicos, constitui-se em uma pesquisa bibliográfica (SILVA; MENEZES, 2005). Esse tipo de pesquisa tem sido usado multidisciplinarmente, a fim de identificar informações relevantes sobre o desenvolvimento e o comportamento da literatura de uma temática específica por um período e em um contexto determinado, utilizando-se de um recurso quantificável. Foram seguidos os passos metodológicos propostos por Maricato (2011), a qual se fundamenta na análise bibliométrica e no uso de indicadores para quantificar a produção

bibliométrica a partir de consultas a bases de dados de produção científica e termos chaves específicos. Para a presente pesquisa foi utilizada a base de dados Web of Science, o termo de busca foi "rural development" e o período de análise abrangeu os anos de 1945 a 2020.

Como observado, o termo de busca foi restrito a tópico, que pesquisa o título, resumo, as palavras-chave do autor e o Keywords Plus, e o tipo de documento foi definido como artigo. A pesquisa à base de dados foi realizada em fevereiro de 2021. A etapa de coleta de dados resultou em uma amostra de 7.524 artigos, os quais foram analisados e descritos por meio de indicadores bibliométricos. Esses indicadores foram obtidos na própria base de dados e no *software* VOSviewer.

O VOSviewer é uma ferramenta que permite criar, visualizar e explorar mapas bibliométricos baseados em dados de redes. Esta etapa de análise dos resultados buscou encontrar informações e padrões relevantes diante dos métodos aplicados. A seguir, resultados são apresentados juntamente com a discussão dos achados da pesquisa.

3. Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a distribuição dos artigos recuperados ao longo dos anos. Nota-se um crescente interesse pelo tema ao longo do tempo, com grande número de artigos publicados nos últimos cinco anos da pesquisa. O primeiro artigo foi escrito por Gumperz, John J. e publicado em 1957 com o título "*LANGUAGE PROBLEMS IN THE RURAL-DEVELOPMENT OF NORTH INDIA*", no periódico JOURNAL OF ASIAN STUDIES. Após dez anos sem considerável crescimento no número de artigos publicados, em 1974 foram publicados 21 artigos, quase o dobro do ano anterior. Desde então, a quantidade de artigos publicados anualmente demonstra uma forte tendência de aumento principalmente a partir de 2007, tendo outra grande alta significativa em 2015. Essa evolução constata a crescente importância que o tema adquire na academia, refletindo o que já ocorre no ambiente das organizações.

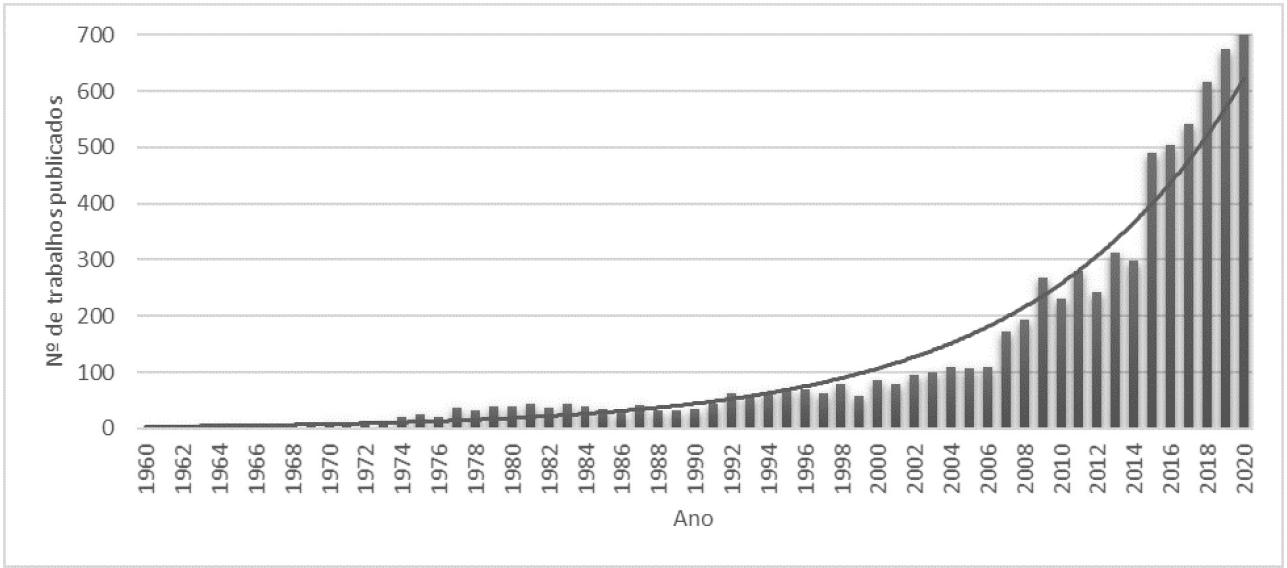


Figura1: Evolução anual da quantidade de publicações na temática "Desenvolvimento Rural" na base Web of Science.
Fonte: Elaborado pelos autores.

No âmbito de artigos mais citados destaca-se o artigo *Capitals and capabilities: A framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty,* do autor australiano Bebbington, Am, apresenta o maior número total de citações, porém, o artigo *Landscape change and the urbanization process in Europa* do autor Antrop, M conta com a maior média anual de citações, apresentando uma média de 44,59 citações por ano (Quadro 1).

Quadro 1: Artigos mais citados na temática desenvolvimento rural – período 1960 a 2020.

Título	Autor(es)	Ano de publicação	Total de citações	Média por ano
Capitals and capabilities: A framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty	Bebbington, A	1999	926	40,41
Landscape change and the urbanization process in Europe	Antrop, M	2004	796	44,59
Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development	Renting, H; Marsden, TK; Banks, J	2003	738	38,78
The livelihoods approach and management of small-scale fisheries	Allison, EH; Ellis, F	2001	604	29,05
Too close for comfort? The impact of official aid on nongovernmental organizations	Edwards, M; Hulme, D	1996	446	17,48
Rural development: From practices and policies towards theory	van der Ploeg, et al.	2000	443	20,19
Food supply chain approaches: Exploring their role in rural development	Marsden, T; Banks, J; Bristow, G	2000	424	19,19
Translating terroir: the global challenge of French AOC labeling	Barham, E	2003	379	20,22
From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model	Masera, OR; Saatkamp, BD; Kammen, DM	2000	373	16,33
Sustainable tourism as an adaptive paradigm	Hunter, C	1997	348	13,96
How not to think of land-grabbing: three critiques of large-scale investments in farmland	De Schutter, Olivier	2011	347	32,7
Networks - a new paradigm of rural development?	Murdoch, J	2000	337	15,48
The difficult transition from clientelism to citizenship - lessons from Mexico	FOX, J	1994	332	11,93
Integrated assessment of agricultural systems - A component-based framework for the European Union (SEAMLESS)	van Ittersum, et al.	2008	317	24,08
Land policy reform in China: assessment and prospects	Ding, C	2003	316	16,78

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da leitura desses artigos analisou-se suas abordagens e se elas englobavam questões ambientais. Assim, foi constatado que apenas 5 artigos dentro dos 15 mais citados abordam questões ambientais, destacando-se temas em torno das comunidades locais, como cadeias curtas de abastecimento, pesca artesanal e turismo sustentável (Quadro 2).

Quadro 2: Inserção de questões ambientais nos artigos mais citados no âmbito do desenvolvimento rural.

Título	Inserção de questões ambientais (SIM ou NAO	De que forma estas varáveis foram tratadas
Capitals and capabilities: A framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty	NÃO	
Landscape change and the urbanization process in Europe	NÃO	

Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development	SIM	Cadeias curtas de abastecimento de alimentos e sua contribuição para uma agricultura mais sustentável.
The livelihoods approach and management of small-scale fisheries	SIM	Pesca artesanal e sua relação com a conservação de recursos naturais.
Too close for comfort? The impact of official aid on nongovernmental organizations	NÃO	
Rural development: From practices and policies towards theory	NÃO	
Food supply chain approaches: Exploring their role in rural development	NÃO	
Translating terroir: the global challenge of French AOC labeling	NÃO	
From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model	SIM	Promoção de desenvolvimento sustentável através de práticas energéticas mais eficientes e menos poluentes
Sustainable tourism as an adaptive paradigm	SIM	A evolução no conceito de turismo sustentável e seu significado no desenvolvimento sustentável
How not to think of land-grabbing: three critiques of large-scale investments in farmland	SIM	Como a grilagem e o investimento em agricultura de larga escala contribui para os efeitos destrutivos dos meios de subsistência
Networks - a new paradigm of rural development?	NÃO	
The difficult transition from clientelism to citizenship - lessons from Mexico	NÃO	
Integrated assessment of agricultural systems - A component-based framework for the European Union (SEAMLESS)	NÃO	
Land policy reform in China: assessment and prospects	NÃO	

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao considerar as relações entre os veículos de publicação (revistas, livros, etc.) de acordo com os critérios de acoplamento bibliográfico e co-citação já é possível uma primeira aproximação quanto à forma pela qual se organizam as linhas de pesquisa no que tange ao tema do desenvolvimento rural. Um panorama das relações entre as publicações que compõem o tema mostra-se útil, sobretudo se se pretende avaliar em que condições é estabelecido o diálogo acerca do mesmo.

Para o primeiro mapa de rede gerado pelo VOSviewer por meio dos registros obtidos na base

de dados Web of Science, optou-se pela utilização das palavras-chaves utilizadas pelos autores (Figura 2). Foram selecionadas as palavras chave presentes em pelo menos 5 artigos. Essas palavras sugerem subtemas abordados nos artigos com mais frequência.

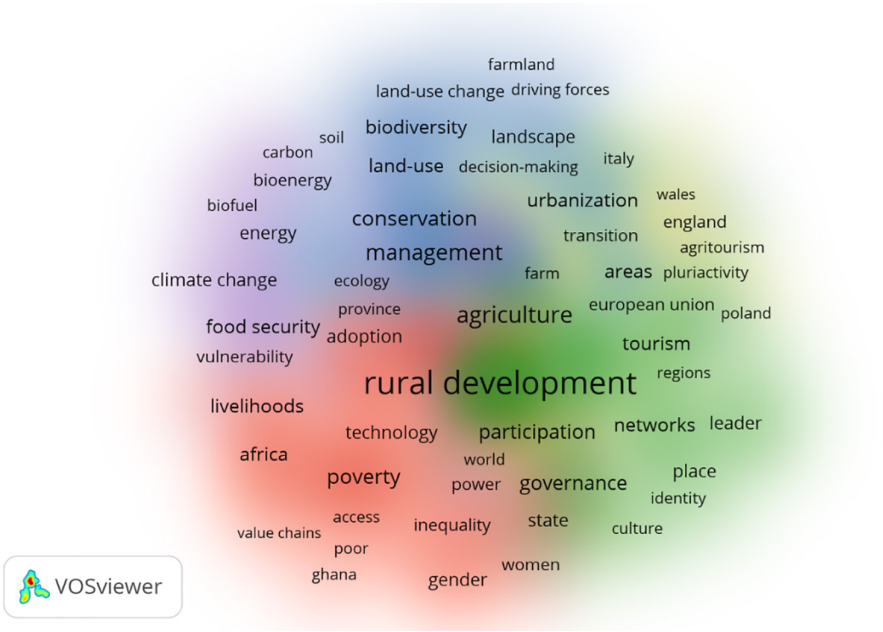


Figura 2: Mapa de co-ocorrência de termo nas palavras-chave dos autores

Fonte: Elaborado pelos autores

O mapa destaca o termo "*rural development*" como sendo o conceito central de todas as relações estabelecidas. Dentre os outros termos que possuem fortes ligações com os demais e podem ser destacados como subtemas de interesse encontram-se "*agriculture*", "*policy*", "*mamangement*", "*sustainability*" "*poverty*" e "*conservation*", dentro diversos outros.

Os elementos do mapa se encontram agrupados em 05 clusters. O maior deles contém 90 itens e é representado pela cor vermelha no mapa. Este grupo engloba termos mais gerais em relação ao desenvolvimento rural, como "*impact*", "*poverty*", "*farmers*" e "*technology*". O segundo maior *cluster*, representado em verde no mapa, contém itens "*governance*", "*tourism*", "*politics*", "*network*", "*leader*" e *"economy"*. Os *clusters* que mais englobam conceitos referentes as questões ambientais são os de número 03 e 05, respectivamente com 62 e 37 itens. O de número 03 aborda temas como *"conservation"*, *"management"*, *"biodiversity"*, *"impacts"* e *"urbanization"*. Já no cluster 05 a abordagem de questões ambientais é mais específica ainda, tendo palavra-chave como *"sustentaibility"*, *"food security"*, *"climate-change"*, *"bioenergy"* e *"sustainable developtment"*.

Para o segundo mapa formado fez-se uma análise destas mesmas palavras-chave e sua evolução através do tempo. O período de 2012 a 2016 é escolhido automaticamente pelo aplicativo por conter os termos mais citados. Fora desse período não há palavras que se destaquem ao ponto de sugerir a existência de focos de interesse. (Figura 3).

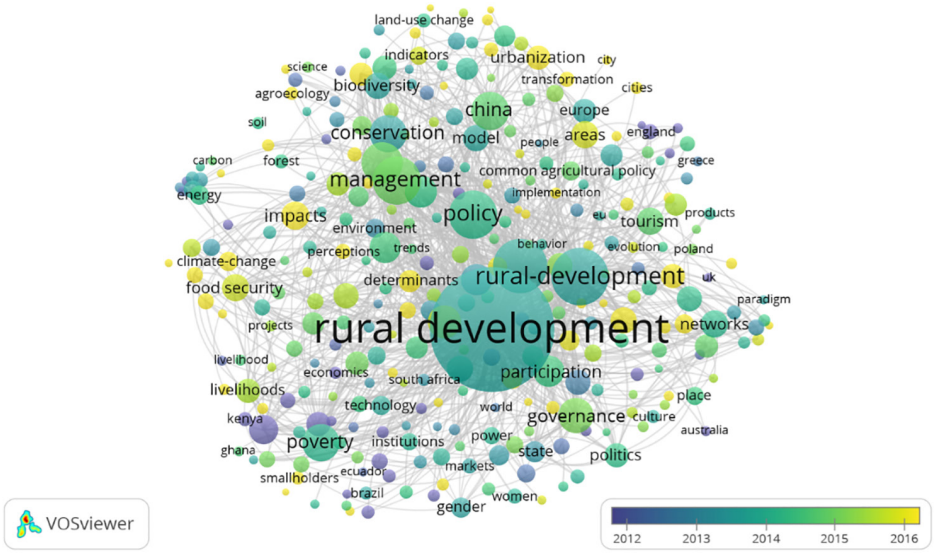


Figura 3: Palavras-chave mais frequentes nos artigos analisados

Fonte: Elaborado pelos autores

A maioria dos termos do *Cluster* 1 remontam ao começo do período, predominando a cor azul, ao mesmo tempo que, o *Cluster* 3 aponta que suas palavras-chave em maioria tem maior ocorrência aos anos finais. O *Cluster* 5, que apresenta a maior especificidade em questões ambientais, apresenta seus termos como *"climate-change", "food security", "susteinable", "sustenaible deleloptment"* e *"agroecology"* na coloração amarela, apontando que estes temas tiveram maior ocorrência nos últimos anos destacados. Contudo a partir de 2017 não foram identificadas palavras chave de destaque que pudessem caracterizar uma frequência ou interesse maior nas questões ambientais

De forma mais geral, os termos de maior ocorrência no período recente são *"urbanization", "determinants", "climate-change", "impacts"* e *"ecosystem services"* mas ao mesmo tempo são de baixa ocorrência no número total das pesquisas, indicando uma mudança na forma em que a pesquisa em desenvolvimento rural vem sendo feita, levando agora em consideração novos fatores, muitos deles, ambientais.

4. Considerações Finais

A pesquisa mostrou que os estudos sobre desenvolvimento rural estão aumentando nos últimos anos. Contudo, o interesse na temática se volta para as questões econômicas e sociais, apesar do agravamento dos processos de degradação ambiental, da demanda por produtos mais saudáveis e livres de contaminantes, do debate mundial por um mundo mais sustentável.

As questões ambientais como fatores de desenvolvimento podem ser vistas então como uma lacuna de conhecimento o que aponta para a importância de trabalhos científicos que contribuam para a produção de informações que ajudem a inserir essa variável (ambiental) nos atuais modelos de desenvolvimento rural.

5. Referências

ALLISON, Edward H; ELLIS, Frank. The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. **Marine Policy**, [S.L.], v. 25, n. 5, p. 377-388, set. 2001. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/

s0308-597x(01)00023-9.

ANTROP, Marc. Landscape change and the urbanization process in Europe. **Landscape And Urban Planning**, [S.L.], v. 67, n. 1-4, p. 9-26, mar. 2004. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0169-2046(03)00026-4.

ASHLEY, Caroline; MAXUEL, Simon. **Rethinking Rural Development**. 19(4): 395–425. 2001

BARHAM, Elizabeth. Translating terroir: the global challenge of french aoc labeling. **Journal Of Rural Studies**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 127-138, jan. 2003. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0743-0167(02)00052-9.

BEBBINGTON, Anthony. Capitals and Capabilities: a framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty. **World Development**, [S.L.], v. 27, n. 12, p. 2021-2044, dez. 1999. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0305-750x(99)00104-7.

DING, Chengri. Land policy reform in China: assessment and prospects. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 109-120, abr. 2003. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0264-8377(02)00073-x.

EDWARDS, Michael; HULME, David. Too close for comfort? the impact of official aid on nongovernmental organizations. **World Development**, [S.L.], v. 24, n. 6, p. 961-973, jun. 1996. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/0305-750x(96)00019-8.

ELLIS, Frank; BIGGS, Stephen. Evolving Themes in Rural Development 1950s-2000s. **Development Policy Review**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 437-448, dez. 2001. Wiley. http://dx.doi.org/10.1111/1467-7679.00143.

FAVARETO, Arilson. 2014. "Um Contraponto À Tese Da 'argentinização' Do Desenvolvimento Rural No Brasil." In **O Mundo Rural No Brasil Do Século 21 : A Formação de Um Novo Padrão Agrário E Agrícola**, eds. Antônio Márcio Buainain, Eliseu Alves, José Maria Silveira, and Zander Navarro. Brasília: EMBRAPA, 1101–24. 2014.

FOX, Jonathan. The Difficult Transition from Clientelism to Citizenship: lessons from mexico. **World Politics**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 151-184, jan. 1994. Cambridge University Press (CUP). http://dx.doi.org/10.2307/2950671.

HUNTER, Colin. Sustainable tourism as an adaptive paradigm. **Annals Of Tourism Research**, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 850-867, out. 1997. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0160-7383(97)00036-4

KAGEYAMA, Angela. Desenvolvimento Rural: Conceito e Medida. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 379-408, dez. 2004.

MARICATO, J. de M. **Procedimentos metodológicos em estudos bibliométricos e cientométricos: opções e reflexões no contexto dos processos de recuperação e organização da informação**. In: COSTA, R. L. M. (Ed.). Estudos contemporâneos em comunicações e artes: melhores teses e dissertações da ECA/USP. São Paulo: ECA/USP, 2011. p. 1–19.

MARSDEN, Terry; BANKS, Jo; BRISTOW, Gillian. Food Supply Chain Approaches: exploring their role in rural development. **Sociologia Ruralis**, [S.L.], v. 40, n. 4, p. 424-438, out. 2000. Wiley. http://dx.doi.org/10.1111/1467-9523.00158.

MASERA, Omar R; SAATKAMP, Barbara D; KAMMEN, Daniel M. From Linear Fuel Switching to Multiple Cooking Strategies: a critique and alternative to the energy ladder model. **World Development**, [S.L.], v. 28, n. 12, p. 2083-2103, dez. 2000. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0305-750x(00)00076-0.

MURDOCH, Jonathan. Networks — a new paradigm of rural development? **Journal Of Rural Studies**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 407-419, out. 2000. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0743-0167(00)00022-x.

PEIXOTO, Marcus. 2014. "Mudanças E Desafios Da Extensão Rural No Brasil E No Mundo." In **O Mundo Rural No Brasil Do Século 21 : A Formação de Um Novo Padrão Agrário E Agrícola,** eds. Antônio Márcio Buainain, Eliseu Alves, José Maria Silveira, and Zander Navarro. Brasília, 891–924.

PLOEG, Jan Douwe van Der; RENTING, Henk; BRUNORI, Gianluca; KNICKEL, Karlheinz; MANNION, Joe; MARSDEN, Terry; ROEST, Kees de; SEVILLA-GUZMAN, Eduardo; VENTURA, Flaminia. Rural Development: from practices and policies towards theory. **Sociologia Ruralis**, [S.L.], v. 40, n. 4, p. 391-408, out. 2000. Wiley. http://dx.doi.org/10.1111/1467-9523.00156.

RENTING, Henk; MARSDEN, Terry K; BANKS, Jo. Understanding Alternative Food Networks: exploring the role of short food supply chains in rural development. **Environment And Planning A**: Economy and Space, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 393-411, mar. 2003. SAGE Publications. http://dx.doi.org/10.1068/a3510.

SCHUTTER, Olivier de. How not to think of land-grabbing: three critiques of large-scale investments in farmland. **Journal Of Peasant Studies**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 249-279, mar. 2011. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/03066150.2011.559008.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

TSANTOPOULOS, Georgios; CHRISTOS Karelakis; ELENI Zafeiriou; DIMITRA Tsoulakaki. "Mapping the Rural Problem and Development: What Do Greek Landowners Think?" **Procedia Economics and Finance** 9: 208–18. 2014.

VAN ITTERSUM, Martin K.; EWERT, Frank; HECKELEI, Thomas; WERY, Jacques; OLSSON, Johanna Alkan; ANDERSEN, Erling; BEZLEPKINA, Irina; BROUWER, Floor; DONATELLI, Marcello; FLICHMAN, Guillermo. Integrated assessment of agricultural systems – A component-based framework for the European Union (SEAMLESS). **Agricultural Systems**, [S.L.], v. 96, n. 1-3, p. 150-165, mar. 2008. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2007.07.009.

Adaptações ao Indicador de Salubridade Ambiental no Brasil

Karina Shibasaki
Katia Sakihama Ventura
Rony F. M. Correia

Resumo
As condições sanitárias e ambientais podem ser analisadas pelo Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), o qual foi adaptado para atender as observações de cada localidade. O objetivo foi analisar as adaptações elaboradas ao ISA no contexto nacional. Com a revisão de literatura, identificaram-se as alterações nos indicadores e pesos do ISA e os municípios contemplados por estudos desta natureza. A análise dos pesos e dos indicadores foi estruturada a partir de representações gráficas. Ao total, 69 estudos subsidiaram esta investigação. Os subindicadores de Esgoto Sanitário foi o que apresentou maior diversidade e em relação aos eixos temáticos, o com maior utilização e variação dos pesos foram Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Observou-se a adição dos eixo de drenagem urbana e saúde pública. Os estados com maior número de estudos foram Paraná, Minas Gerais e Santa Catarina. A maior parte (44,6%) dos estudos contemplaram municípios de pequeno porte e poucos (12,3%) estabeleceram relação com bacia hidrográfica. O ISA pode apontar o panorama da salubridade municipal, conforme eixo temático e indicadores estabelecidos pelo gestor público.

Palavras-Chave: Salubridade ambiental; Indicadores; Saneamento ambiental; Sustentabilidade.

Abstract
Sanitary and environmental conditions can be analyzed by the Environmental Health Indicator (ISA), which has been adapted to meet the observations of each location. The objective was to analyze the adaptations made to ISA in the national context. With the literature review, the changes in ISA indicators and weights and the municipalities covered by studies of this nature were identified. The analysis of weights and indicators was structured based on graphical representations. In total, 69 studies supported this investigation. The sewage sub-indicators showed the greatest diversity and, about the thematic axes, the ones with the greatest use and variation in weights were Water Supply and Sanitary Sewage. The addition of the urban drainage and public health axes was observed. The states with the largest number of studies were Paraná, Minas Gerais, and Santa Catarina. Most (44.6%) of the studies covered small municipalities and few (12.3%) established a relationship with a hydrographic basin. ISA can point out the panorama of municipal healthiness, according to the thematic axis and indicators established by the public manager.

Keywords: Environmental health; Indicators; Environmental sanitation; Sustainability.

1. Introdução

Os indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais para guiar a ação, e subsidiar o acompanhamento e avaliação do progresso alcançado (IBGE, 2015), abordar questões sociais, econômicas ou ambientais mais importantes (HAK *et al*., 2007). Os indicadores possibilitam a compreensão de fenômenos complexos, tornando-os mensuráveis e compreensíveis (PAULA JUNIOR; POMPERMAYER, 2007), de modo a simplificar o processo de comunicação entre o que foi mensurado e o que foi planejado (OECD, 1993).

Em geral, o indicador é definido como um parâmetro quantitativo que fornece informações sobre determinado fenômeno (OECD, 1993) e o índice representa o valor composto por um conjunto de indicadores ou variáveis (SICHE *et al.,* 2007).

A salubridade ambiental é a capacidade de prevenir ocorrência de doenças ocasionadas pelo meio ambiente e promover melhoria da saúde pública (PINTO *et al.,* 2014), conciliando a qualidade de vida, a ambiental e as condições ideais para desenvolvimento de um ambiente saudável e socialmente justo (ARAVECHIA JUNIOR, 2010). Este mesmo autor aponta que o município salubre é aquele que o saneamento básico, sistemas de saúde e educação operam em condições desejáveis à qualidade de vida às pessoas. Este conceito está integrado à Política Nacional de Saneamento Básico, com a Lei Federal nº14.026/2020 (BRASIL, 2020).

No contexto de bacias hidrográficas, os Princípios de Dublin apontaram a conservação do solo, da vegetação e dos recursos hídricos como benefícios à sociedade (MANDER, 2008). Assim, a Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamenta pela Lei nº 9.433 em 1997, define a água como bem de domínio público com valor econômico (BRASIL, 1997), que sustenta os serviços ecossistêmicos e supre as necessidades da sociedade (TOMER, 2014),

A elaboração de indicadores de sustentabilidade para bacias hidrográficas reflete a associação entre sociedade e aspectos ambientais de uma forma ampla (SOARES *et al.,* 2019). Entretanto, o uso de indicadores para gestão de bacias hidrográficas não foi observado em pesquisas recentes, segundo Alvares (2020). Como exemplo do uso do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), os estudos de Alvares (2020) e Rezende (2020) desenvolveram análise nas bacias hidrográfica do Baixo Pardo / Grande e na parte noroeste da bacia do Rio Pardo, respectivamente, no interior paulista.

O ISA, elaborado pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (CONESAN), em 1999, é uma ferramenta capaz de refletir a relação da sociedade com o meio ambiente, sendo composto de indicadores do saneamento ambiental, socioeconômico, saúde pública e de recursos hídricos (PIZA, 1999). Foi concebido como instrumento de planejamento de políticas públicas com o objetivo de avaliar a eficácia do Plano Estadual de Saneamento (Lei nº 7.750/1992), para o estado de São Paulo. O ISA é composto de seis eixos temáticos, totalizando 18 subindicadores (Figura 1).

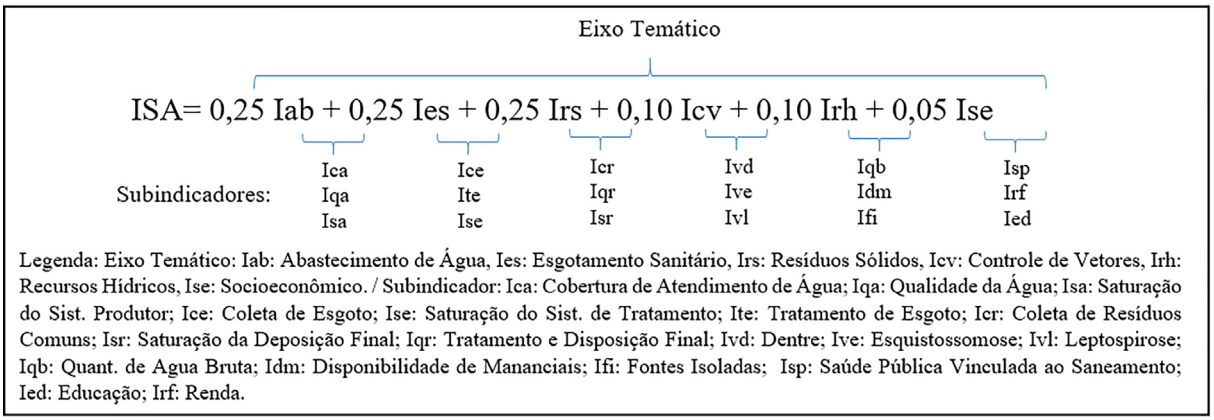


Figura 1: Estruturação do ISA CONESAN (1999)

Fonte: Autoria própria, 2021.

O objetivo deste artigo foi analisar a adaptações dos eixos temáticos e subindicadores do ISA para avaliar a salubridade, através da análise de estudos que abrangem o ISA, a fim de identificar adaptações no método proposto pelo Conesan (1999).

2. Metodologia

A principal base para esta pesquisa foi revisão de literatura sobre indicadores de salubridade e sustentabilidade. A busca foi realizada em periódicos científicos, teses, dissertações e publicações em eventos, por meio eletrônico, na base da CAPES e Scielo. Desta forma, obteve-se uma lista de estudo com o ISA no contexto brasileiro, considerando o nome dos autores, ano de publicação, local da pesquisa, indicadores e pesos utilizados. O período do levantamento foi de janeiro de 2012 a janeiro de 2021.

O estudo de Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018) foi adotado como artigo principal porque contemplou a lista de 60 pesquisas com o ISA no país, bem como inseriu-se novos estudos, totalizando 69 artigos científicos que foram comparados ao método original (PIZA, 1999). Com isto, elaboraram-se representações gráficas para subsidiar a análise dos pesos adotados por pesquisa em cada eixo temático.

Os artigos foram agrupados em G1 (estudos que utilizam mesmos eixos do método original) e G2 (estudos que não utilizam os mesmos eixos temáticos). Foram comparados os valores mínimos, máximos e a médios dos indicadores por eixo temático. A análise do ISA inclui os estados com uso deste método e o porte populacional dos municípios (IBGE, 2010).

3. Resultados e Discussão

3.1. Eixo temático e Subindicadores do ISA

Para análise do eixo temático e subindicadores, foram analisados 11 trabalhos aplicados em diferentes regiões do Brasil, entre os anos de 2012 a 2021:

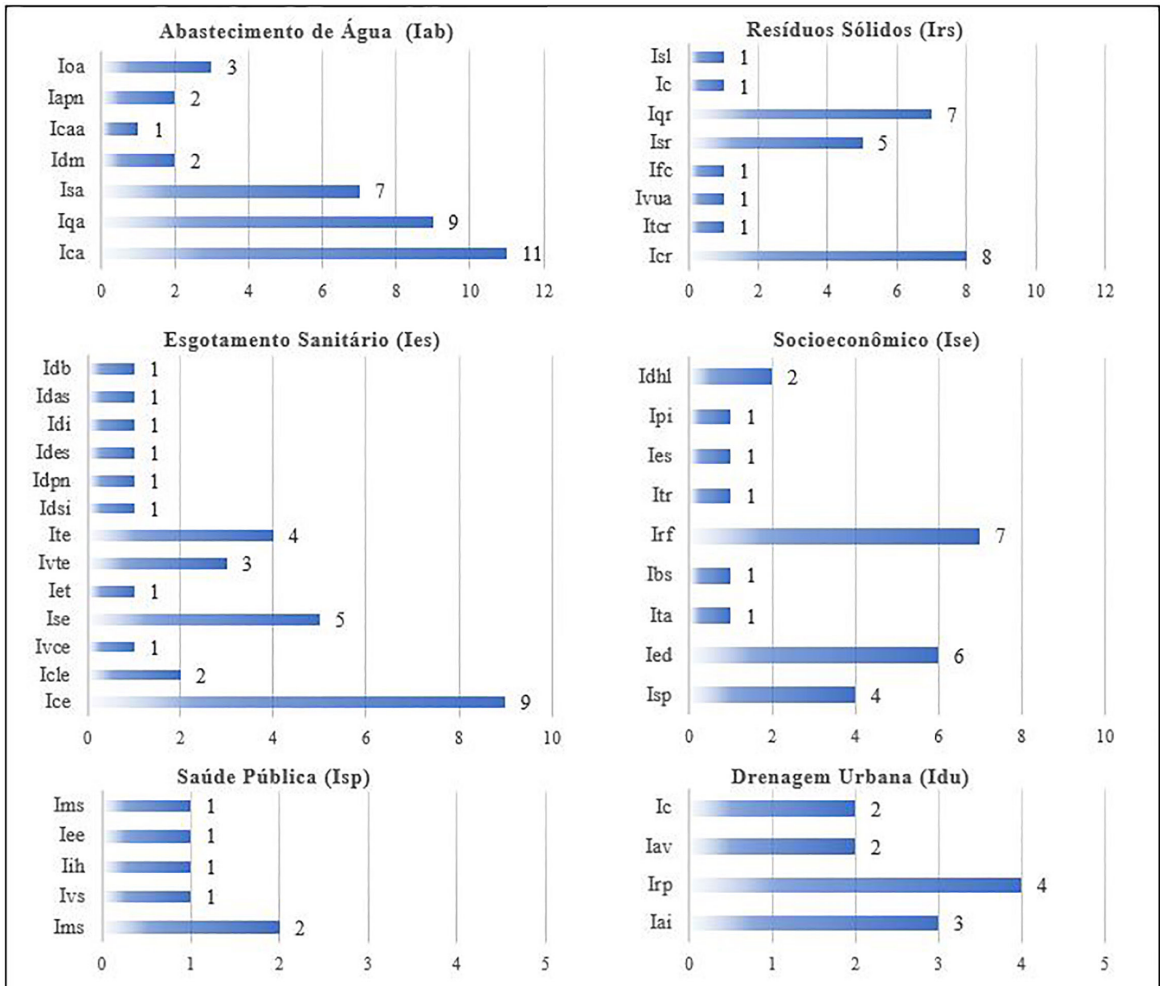
A. Valvassori e Alexandre (2012) – Criciúma / SC;
B. Pinto *et al.* (2014) – São Pedro do Iguaçu / PR;
C. Rocha, Rufino e Barros Filho (2019) – Campina Grande / PB;
D. Lima, Arruda e Scalize (2019) – 21 Municípios de Goiás / GO;
E. Gama e Almeida (2020) – Marechal Deodoro / AL;
F. Ferro, Ventura e Rezende (2020) – Rio Claro / SP;

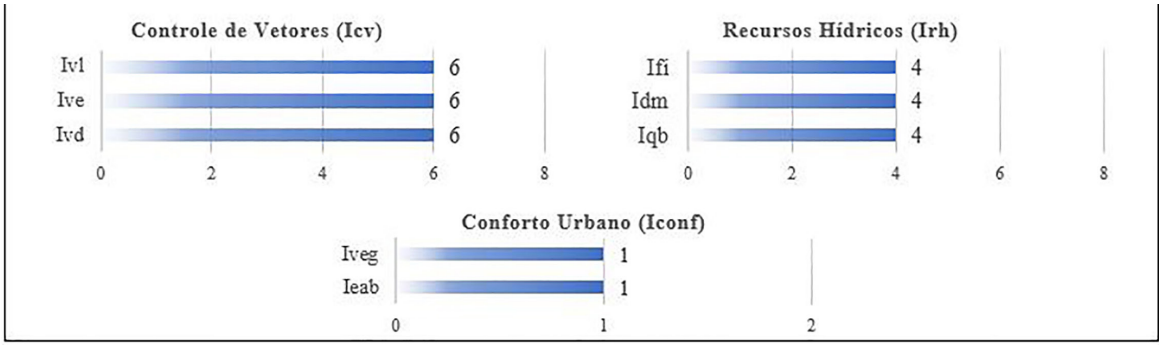
G. Brustin *et al.* (2020) – Municípios de Maringá e Sarandi / PR;
H. Alvares (2020) –Bacia Hidrográfica Baixo Pardo-Grande / SP;
I. Barreto, Feitosa e Anjos (2020) – Municípios de pequeno porte;
J. Prazedes, Marques e Medeiros (2021) –Bacia Metropolitana de Fortaleza / CE;
K. Rezende (2020) – Municípios da porção noroeste da Bacia do Rio Pardo / SP.

Pinto *et al.* (2014) e Rezende (2020) utilizaram os mesmos indicadores que CONESAN (1999) recomenda. Valvassori e Alexandre (2012) excluíram os eixos temáticos de recursos hídricos e socioeconômico. Entretanto, assim como Gama e Almeida (2020) e Rocha, Rufino e Barros Filho (2019) acrescentaram o eixo temático sobre Drenagem Urbana (Idu) em suas formulações. Este último, ainda adicionou o eixo de Conforto Urbano, na qual considera do espaço livre e áreas verdes ao entorno das residências.

Os autores Lima, Arruda e Scalize (2019); Ferro, Ventura e Rezende (2020); e Alvares (2020) excluíram ou alteraram a nomenclatura de alguns indicadores, mas principalmente, alteraram os parâmetros de entrada dos subindicadores, interferindo no cálculo destes. Além disso, Brustin *et al.* (2020) destrinchou o subindicador de Saúde Pública vinculado ao Saneamento (Isp) e, o acrescentou como eixos temáticos contendo os seguintes subindicadores: mortalidade, cobertura vacinal e infraestrutura hospitalar para novo subindicador.

A Figura 2 ilustra o número de pesquisas por indicador em cada eixo temático.





Legenda: Ica: Abastecimento de Água; Iqa: Qualidade da Água; Isa: Saturação do Sist. Produtor; Idm: Disponibilidade do Manancial; Icaa: Capacidade de Armazenamento de Água; Iapn: Abastecimento de Água via Poço ou Nascente; Ioa: Abastecimento via outras fontes; Ice: Atendimento Total de Esgoto; Icle: Coleta de Esgoto; Ivce: Volume Coletado de Esgoto; Ise: Saturação do Sist. de Tratamento; Iet: Esgoto Tratado; Ivte: Volume Tratado de Esgoto; Ite: Tratamento de Esgoto; Idsi: Domicílios Serviços por Sist. Individual; Idpn: Domicílios Não Atendidos; Ides: Destinação de Esgoto Sanitário; Idi: Descarte Inadequado; Idas: Tipo de Destinação de Aguas Servidas; Idb: Domicílio com Banheiro; Icr: Coleta de Resíduos Comuns; Itcr: Taxa de Cobertura de Resíduos Domiciliares em relação à População Urbana; Ivua: Vida Útil dos Aterros Sanitários; Ifc: Frequência de Coleta; Isr: Saturação da Deposição Final; Iqr: Tratamento e Disposição Final; Ic: Consórcio de Resíduos Sólidos; Isl: Serviço de Limpeza; Ivd: Dentre; Ive: Esquistossomose; Ivl: Leptospirose; Iqb: Quant. de Agua Bruta; Idm: Disponibilidade de Mananciais; Ifi: Fontes Isoladas; Isp: Saúde Pública Vinculada ao Saneamento; Ied: Educação; Ita: Taxa de Analfabetismo; Ibs: Educação Básica; Irf: Renda; Itr: Total de Riqueza do Município; Ies: Taxa de Emprego; Ipi: Taxa Pessoa Idosa; Idhl: Desenvolvimento Humano Longevidade; Ims: Mortalidade Infantil e Doenças do Aparelho Resp.; Ivs: Cobertura Vacinal; Iih: Infraestrutura Hospitalar; Iee: Endemias ou Epidemias; Ims: Médicos no SUS; Iai: Alagamento ou Inundação; Irp: Rua Pavimentada; Iav: Área Verde; Ic: Calçada; Ieab: Espaços Abertos; Iveg: Vegetação.

Figura 2: Número de indicadores e subindicadores por eixo temático.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Barreto, Feitosa e Anjos (2020) adotaram os indicadores os seguintes eixos temáticos: Iab, Ies e Irs. Contudo, verificaram que alguns subindicadores outros setores, que a princípio foram excluídos pelos autores, eram importantes para a análise e os incorporou, como por exemplo, a Drenagem Urbana, Saúde Pública e o Índice de Desenvolvimento Humano.

Prazedes, Marques e Medeiros (2021) avaliaram as condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário da Bacia Metropolitana de Fortaleza. Adotaram os mesmos subindicadores de Piza (1999) e não incluíram os demais eixos temáticos.

Da analise da Figura 2, infere-se que é possível utilizar-se de variados subindicadores em cada eixo temático, sendo que os eixo de Esgotamento Sanitário (Ies) é o que apresentou maior quantidade com 13 variações de subindicadores, seguido por 9 no Socioeconômico (Ise), 8 no Resíduos Sólidos (Irs) e 7 no Abastecimento de Água (Iab). As variações podem estar relacionadas às características regionais (geográficas, ambientais, cultural e outros), a obtenção e o acesso de dados disponíveis e, aos objetivos de cada autor das pesquisas levantadas.

Os eixos temáticos de Saúde Pública, Drenagem Urbana e Conforto ambiental foram os que obtiveram menor frequência de uso, uma vez que são adaptações sugeridas por poucos autores. Conforme Aravechia Junior (2010), a inclusão dos eixos temáticos referente à Saúde Pública e Drenagem Urbana são relevantes à medida que a salubridade ambiental pode subsidiar a prevenção doenças decorrentes do meio ambiente.

De forma geral, dentre os 11 estudos, tem-se que os subindicadores mais utilizados são os mesmos do modelo de Piza (1999). Isso se deve ao fato que diversas fórmulas do ISA se basearam nesta primeira formulação, além de serem dados básicos que a maioria dos municípios possuem com maior disponibilidade para consulta pública nos bancos de dados no setor de saneamento e meio ambiente.

3.2. Pesos dos Eixos Temáticos do ISA

Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018) identificaram 60 trabalhos que aplicaram o ISA por todo o Brasil, nos anos de 1999 a 2016, e realizaram listagem dos pesos adotados para cada Eixo Temático. O método Conesan e Pinto *et. al.* (2014) já estavam inseridos no estudo destes autores.

Desta forma, para analisar os pesos dos eixos temáticos propostos, foram considerados os 59 estudos de Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018), somados a 10 trabalhos analisados na primeira etapa, totalizando 69 estudos.

A Figura 3 ilustra os estudos agrupados em G1 e G2. Do total de estudos (69), 12 deles (17,4%) estão no G1 e, portanto, possuem mesmos eixos temáticos de ISA Piza (1999). O restante (57) representa 82,6% com distinção do método origina, sendo alocados no G2.

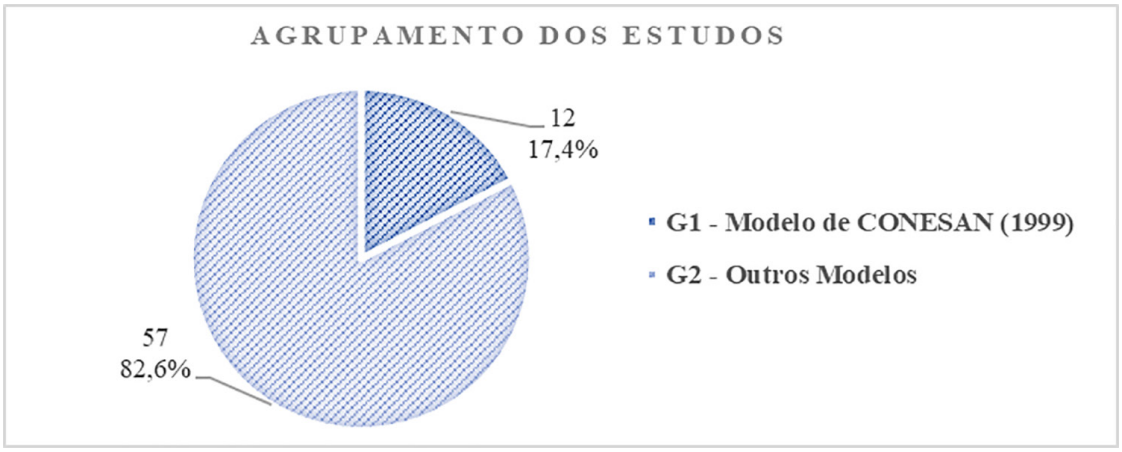


Figura 3: Agrupamento dos estudos analisados conforme estruturação do ISA

Fonte: Autoria própria, 2021.

Quanto à análise dos pesos, tem-se no grupo G1, 12 estudos (17,4%) adotaram os mesmos eixos temáticos que método original e realizaram adaptações em seus pesos (Figura 4). Entretanto, não houve grandes variações nos valores, uma vez que a diferença entre os valores máximo e mínimos adotados para cada eixo temático não ultrapassam 0,05.

Os eixos considerados com pesos maiores foram o de Abastecimento de Água (AB), Esgoto Sanitário (ES) e o Resíduos Sólidos (RS), e para o eixo de Controle de Vetores (CV), enquanto os valores de Recursos Hídricos (RH) permaneceram constantes (0,10).

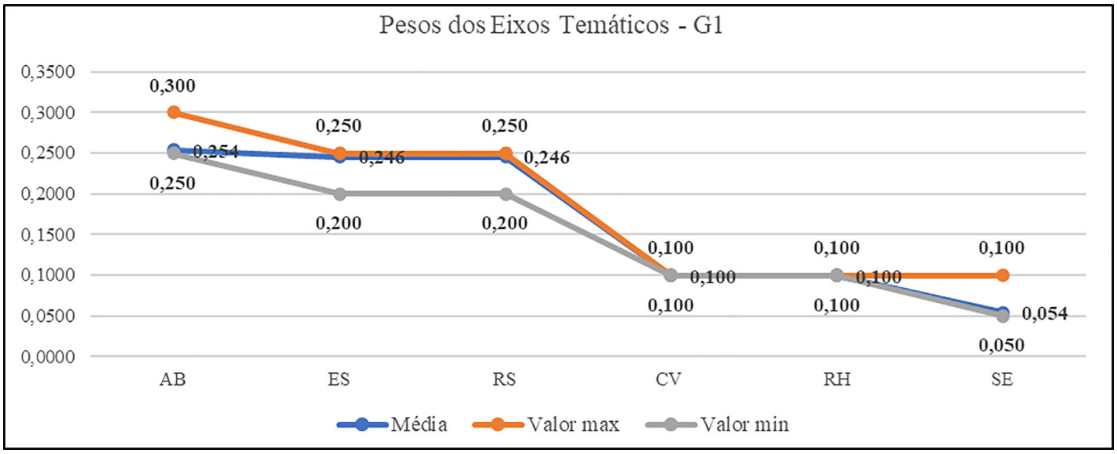


Figura 4: Valores dos Pesos de cada Eixos Temáticos para o Grupo G1

Fonte: Autoria própria, 2021.

Para cada eixo temático dos 57 estudos (82,6%) do G2 foi realizada a média dos valores de pesos por estudo. Ainda, conforme proposta dos autores analisados, observa-se que houve a inserção dos eixos temáticos: Drenagem Urbana (DU), Características da Moradia (CM), Saúde Pública (SP), Espaço Público Comunitário (EPC) e Satisfação com a Moradia e Entorno (SME).

Os eixos temáticos que possuem significativas variações nos pesos são também os mais

utilizados, sendo: Abastecimento de Água (AB), Esgoto Sanitário (ES), Resíduos Sólidos (RS), Socioeconômico (SE) e Drenagem Urbana (DU). Aqueles que não apresentaram variações são os Espaço Público Comunitário (EPC) e Satisfação com a Moradia e Entorno (SME), sendo adotados somente por Albuquerque (2013).

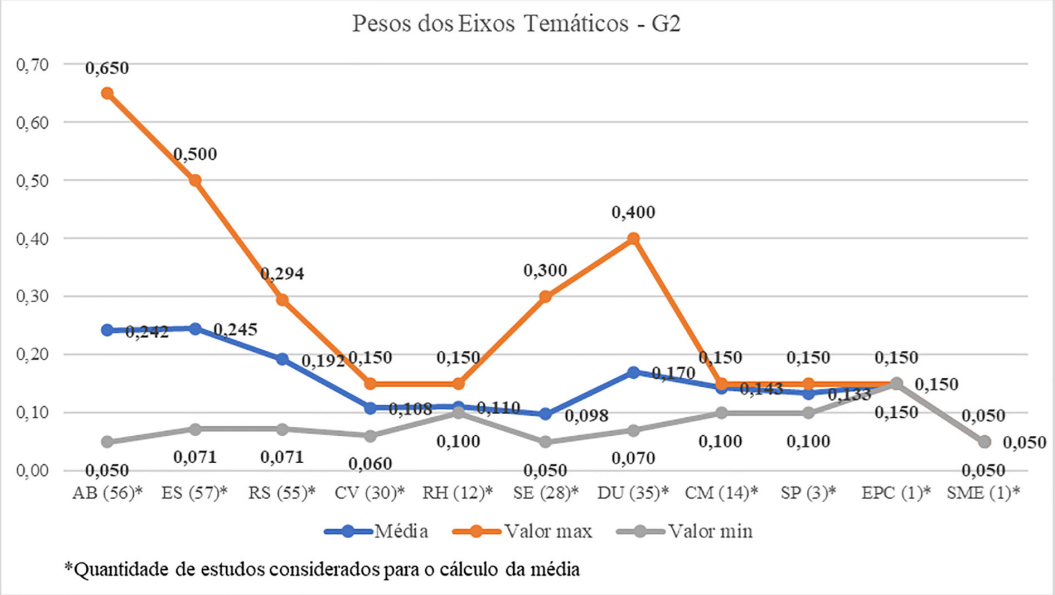


Figura 5: Valores dos Pesos de cada Eixos Temáticos para o Grupo G2

Fonte: Autoria própria, 2021.

O eixo de maior relevância foi o Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies), na qual 57 estudos utilizam-se deste, com o valor médio de 0,245; seguido pelo Indicador de Abastecimento de Água (Iab), com 56 estudos e 0,242 de peso médio. É possível que o fator que incide em ambos os indicadores é a relevância dos serviços básicos, que são monitorados regularmente e, portanto, possuem dados atualizados.

A Política Nacional de Saneamento Básico confere direito mínimo à população ter acesso a água tratada e a coleta de efluentes domésticos, que estão associados diretamente e incisivamente com a saúde humana (BRASIL, 2020). Assim, o descarte inadequado de resíduos sólidos, a emissão de gases ou efluentes no solo e corpos hídricos, a falta de cobertura vegetal, a proliferação de vetores, além da ausência de investimentos financeiros e de políticas públicas para gestão do saneamento e da salubridade podem corroborar com a redução da qualidade de vida do ser humano.

Por fim, analisando-se os 69 estudos com base nos municípios de aplicação e classificação do tipo de município, foi possível a construção das Figuras 6 e 7.

Observa-se que mesmo sendo elaborado inicialmente para o Estado de São Paulo, o maior número de estudo com adaptações aos indicadores de salubridade está concentrado nas regiões Sul e Sudeste, em relação ao levantamento realizado (Figura 6). Os estados com mais pesquisas neste campo foram Paraná (13), Minas Gerais (9) e Santa Catarina (8).

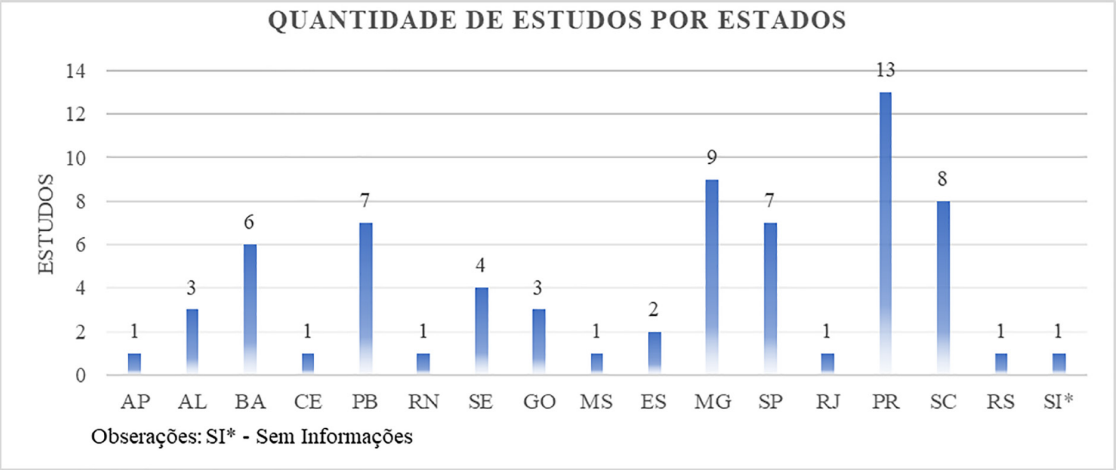


Figura 6: Estudo com indicadores de salubridade adaptados por estado

Fonte: Autoria própria, 2021.

Considerando a classificação do IBGE pelo Censo 2010, verificou-se que 44,6% dos estudos foram aplicados em municípios de pequeno porte (até 100 mil habitantes), 27,7% em municípios de médio porte (de 100 mil a 500 mil habitantes e 15,4% em municípios de grande porte (mais de 500 mil habitantes), e 12,3% foi aplicado em bacias hidrográficas (Figura 7).

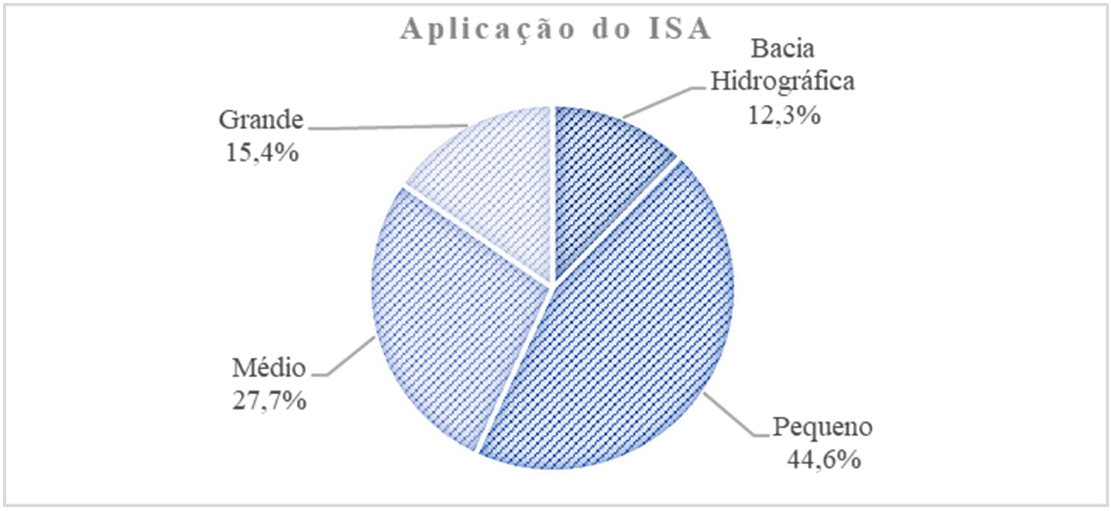


Figura 7: Locais de aplicação dos ISA conforme os estudos analisados

Fonte: Autoria própria, 2021.

Os resultados representam que os municípios de grande porte e bacias hidrográficas possuem menor quantidade de estudos, na qual pode haver um déficit de pesquisas sobre o Indicador de Salubridade Ambiental aplicado a estes locais, bem como de ferramentas para gestão pública nos serviços sanitários e ambientais. Ainda, pode-se associar a este déficit, a falta de disponibilização e acesso dos trabalhos já realizados nesta áreas.

4. Considerações Finais

O método original de avaliação do ISA é relevante uma vez que não foi identificado na literatura outro método similar e permite ao gestor explorar variáveis e diversificar os pesos, a promover o instrumento de gestão do saneamento, saúde e meio ambiente, de forma integrada.

Como se observa pelos 69 estudos, existe uma forte tendência e potencialidade de adaptação do método de cálculo em função de suas demandas e localidade de aplicação. Porém é interessante abranger todos os eixos temáticos para que a abordagem da salubridade seja analisada em todos os aspectos concebidos pelo próprio método.

As características geográficas, políticas, governamentais e financeiros variam em todo o país, interferindo diretamente no resultado do ISA. O método original e adaptados podem ser aplicados em todo território nacional, cabendo ao gestor público selecionar os indicadores que melhor refletem o eixo temático a ser monitorado.

No caso de bacias hidrográficas, os indicadores são de suma relevância porque permitem subsidiar o planejamento prévio do saneamento básico e saúde ambiental, podendo ser aplicado em cenários atuais e futuros para prever medidas efetivas de controle e monitoramento no setor.

5. Referências

ALVARES, M. E. G. **Avaliação da Salubridade Ambiental como Fator de Contribuição à Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP).** Dissertação para Mestrado em Eng. Urbana. Univ. Fed. de São Carlos, 2020.

ARAVECHIA JUNIOR, J. C. **Indicadores de Salubridade Ambiental (ISA) para a região centro-oeste: um estudo de caso no Estado de Goiás.** 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2010.

BARRETO, J. B.; FEITOSA, P. H. C.; ANJOS, K. L.; TEIXEIRA, R. O.. **Criação de um modelo de indicador de salubridade ambiental (ISA) adaptado ao contexto de municípios de pequeno porte (ISA/MPP)**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.2, p.278-295, 2020.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília – DF: D.O.U., 2007.

BRUSTIN, P.; TISCHNER, A.; DIAS, L.; BARBADO, N.; REIS, A.. **Aplicação do Índice de Salubridade Ambiental (ISA) para Diagnostico de Áreas Urbanas: um estudo dos Municípios de Maringa/PR e Sarandi/PR**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. v. 9, p. 234-252. Florianópolis. Maio de 2020.

CONESAN. Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo. Manual Básico do ISA – Indicador de Salubridade Ambiental. 1999.

COSTA, R. V. F. da. **Desenvolvimento do Índice de Salubridade Ambiental (ISA) para comunidades rurais e sua aplicação nas comunidades de Ouro Branco – MG**. 2010. Dissertação (Mestrado em Eng. Ambiental) – Univ. Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

FERRO, L. H. R.; VENTURA, K.S.; REZENDE, D.. **Salubridade Ambiental Aplicada ao Município de Rio Claro (SP): Diagnóstico e Contribuições Metodológicas.** Revista Cientifica ANAP Brasil. Vol 13, n. 30. Brasil, 2020.

GAMA, J.A. Da S.; ALMEIDA, R.S. De. **Salubridade Ambiental do Bairro Poeira, Marechal Deodoro / AL**, Brasil, 2020.

HAK T., MOLDAN B., DAHL A.L. **Sustainability indicator:** a scientific assessment Island Press, Washington, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Brasil: 2015. **Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de**

Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

PAULA JUNIOR, D.; POMPERMAYER, R. **Indicadores de sustentabilidade para análise comparativa de bacias hidrográficas**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online), n. 06, p. 27-33, 30 abr. 2007.

LIMA, A.S.C; ARRUDA, P.N.; SCALIZE, P. S.. **Indicador de Salubridade Ambiental em 21 municípios do Estado de Goiás com serviços públicos de saneamento básico operado pelas prefeituras**. Revista Eng. Sanitária e Ambiental. v.24 n. 3, p. 439 - 452. maio/jun 2019.

MANDER, Ü. **Watershed Management, Encyclopedia of Ecology**, 2008, P. 3737-3748.

OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. **Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews (Environmental Monograph 83),** France. 1993.

PINTO, L. P.; CABRAL, A. C.; PERISSATO, S. M.; AZEVEDO, K.D. DE; FRIGO, J.P./ FRIGO, E. P.. **Salubridade Ambiental do Município de São Pedro do Iguaçu / PR**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.3 p. 55-64. 2014

PIZA, F. J. de T.. Indicador de Salubridade Ambiental –ISA. 1999.

PRAZEDES, I.A.; MARQUES, A.E.O; MEDEIROS, P.A. **Avaliação das vertentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios da bacia metropolitana de fortaleza por meio do Índice de Salubridade Ambiental (ISA)**. Revista DAE, v. 69, n. 228, p. 89-99. São Paulo, 2021.

REZENDE, D. **Avaliação da Salubridade Ambiental como Fator de Contribuição à Gestão de Recursos Hídricos na Porção Noroeste da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP).** Dissertação para Mestrado em Eng. Urbana. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2021.

ROCHA, L.A.; RUFINO, I.A.A.; BARROS FILHO, M.N.M.. **Indicador de Salubridade Ambiental para Campina Grande PB: Adaptações, desenvolvimento e aplicações.** Revista Eng. Sanitária Ambiental. v. 24 n. 2. p. 315-326. mar/abr 2019

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. Ambient. soc. [online]. 2007, vol.10, n.2, pp.137-148.

SOARES, L. S.; CASTRO A. C. L. de; SILVA, M. H. L. S. SILVA, E. V. da. Índice de sustentabilidade de bacias hidrográficas: estudo de caso das sub-bacias do **Batatã e Maracanã**, São Luís/MA. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas. Macapá, n. 11, p. 93-105, 2019.

TEIXEIRA, D.A.; PRADO FILHO, J.F.do; SANTIAGO, A. DA F.. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA): Variações da formulação e usos do indicador no Brasil.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v.23 n. 3, p. 543 - 556. 2018.

TOMER, M. D. **Watershed Management. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences**. 2014.

VALVASSORI, M. L., ALEXANDRE, N. Z.. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, 2012.

A INTEGRAÇÃO DA POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO AMAZONAS E DO PLANO DIRETOR URBANO E AMBIENTAL DA CIDADE DE MANAUS-AM

RICHARD COELHO DE PAULO
FRANÇOAN DE OLIVEIRA DIAS

Resumo
No Estado do Amazonas, a Política Estadual de Recursos Hídricos foi instituída com a finalidade de aprimorar a oferta de água, em qualidade e quantidade, além de gerenciar as demandas. Também nesse cenário, a cidade de Manaus, capital amazonense, dispõe de Plano Diretor Urbano e Ambiental, sendo este um instrumento para a gestão territorial. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é analisar se há ou não integração da Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas com o Plano Diretor Urbano e Ambiental da Cidade de Manaus-AM. Em relação a metodologia empregada, a presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa e descritiva compreendendo a revisão bibliográfica e documental. Os resultados apontam, que apesar da Política Nacional de Recursos Hídricos incumbir a competência da gestão das águas a União e aos Estados, como é o caso do Amazonas, a cidade de Manaus poderá participar dessa gestão por meio do Plano Diretor Urbano e Ambiental, quando se tratar dos Planos de Bacias Hidrográficas. Portanto, essa articulação ainda é insuficiente entre esses dois entes, havendo a necessidade do fortalecimento das diretrizes de uso e ocupação do solo e proteção dos corpos d'água existentes.

Palavras-chave: Fortalecimento da Gestão Hídrica; Proteção dos Corpos Hídricos; Uso e Ocupação do Solo.

Abstract
In the State of Amazonas, the State Water Resources Policy was instituted in order to improve the supply of water, in quality and quantity, in addition to managing demands. Also in this scenario, the city of Manaus, the capital of Amazonas, has an Urban and Environmental Master Plan, which is an instrument for territorial management. Therefore, the objective of this research is to analyze whether or not there is integration of the State Water Resources Policy of the State of Amazonas with the Urban and Environmental Master Plan of the City of Manaus-AM. Regarding the methodology used, the present research is characterized as qualitative and descriptive, comprising bibliographic and documentary review. The results show that, despite the National Water Resources Policy, the Union and the States are responsible for water management, as is the case in Amazonas, the city of Manaus will be able to participate in this management through the Urban and Environmental Master Plan, when in the case of Hydrographic Basin Plans. Therefore, this articulation is still insufficient between these two entities, with the need to strengthen the guidelines for use and occupation of the soil and protection of existing water bodies.

Keywords: Strengthening of Water Management; Protection of Water Bodies; Land Use and Occupation.

1. Introdução

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH foi instituída por meio da Lei Federal n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, designando instrumentos para a gestão de recursos hídricos de domínio da União, além de criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH.

Nesse contexto, o objetivo da PNRH é estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água como elemento estruturante para implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável.

Para alcance do objetivo elencado, a PNRH conta com a aplicação de seus instrumentos de gestão, a saber: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A partir desse novo arcabouço legal, o Estado do Amazonas também instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos – PERH e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH por meio da promulgação da Lei Estadual n.º 2.712, de 28 de dezembro de 2001, sendo reformulada através da Lei n.º 3.167, de 28 de agosto de 2007, nos mesmos moldes da PNRH e do SINGREH.

No que tange a política urbana brasileira, um grande marco para o planejamento e gestão foi efetivado em 2001, com a aprovação da Política Nacional Urbana, pela Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001, também intitulada Estatuto da Cidade.

A referida lei regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, traçando diretrizes para a execução da política urbana. Do ponto de vista dos municípios, o Estatuto da Cidade institui o instrumento Plano Diretor Municipal em um novo e estratégico patamar: ele se transforma no principal instrumento para a gestão territorial, regulando o uso e a ocupação da terra e definindo parâmetros para o cumprimento da função social da cidade e da propriedade (PERES & SILVA, 2010).

Nessa perspectiva, a cidade de Manaus, capital amazonense, dispõe de um Plano Diretor Urbano e Ambiental estabelecido pela Lei Municipal Complementar n.º 002, de 16 de janeiro de 2014, em atendimento ao disposto nos artigos 227 e 228 da Lei Orgânica do Município de Manaus – LOMAN.

Dessa forma, considerando as lacunas existentes no que diz respeito a incorporação da gestão de recursos hídricos (Estado) e a política urbana (Município), o objetivo deste trabalho é, portanto, analisar se há ou não integração da Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas com o Plano Diretor Urbano e Ambiental da Cidade de Manaus-AM.

2. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa e descritiva compreendendo a revisão bibliográfica e documental, análise dos aspectos conceituais e legais, sendo ainda utilizado como suporte à base de dados *Google* Acadêmico.

Cabe destacar que, a revisão bibliográfica tem como finalidade colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, querem publicadas, quer gravadas. Portanto, propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras (MARCONI & LAKATOS, 2010).

Nesse ínterim, iniciou-se uma investigação por uma análise conceitual acerca da Gestão de

Recursos Hídricos e Gestão Urbana, seguindo por um diagnóstico dos instrumentos de gestão e técnico-operacionais, a fim de levantar suas potencialidades e restrições, assim como suas possíveis articulações.

A partir de então foi realizado uma busca inicial onde foram considerados os títulos e os resumos de teses, dissertações, monografias e artigos científicos, assim como as legislações nacional, estadual e municipal, além de resoluções, instruções normativas, portarias, selecionando assim as prováveis bibliografias de interesse que tivessem como palavras chave: Gestão de Recursos Hídricos no Estado do Amazonas e Gestão Urbana da Cidade de Manaus-AM.

Ao final, foram selecionados os dados que se aproximavam da questão abordada, realizando uma síntese dos mesmos para que se pudesse prosseguir com a revisão bibliográfica.

3. Resultados e Discussão

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), promulgada mediante publicação da Lei Federal n.º 9.433/97, estabelece em seu art. 31, que em sua implementação, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

Com relação à Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas (PERH/AM), instituída pela Lei Estadual n.º 3.167, de 28 de agosto de 2007, estabelece em seu inciso X, art. 2º, a necessidade de viabilizar a articulação entre a União, o Estado, os Municípios, a sociedade civil e o setor privado, visando à integração de esforços para implementação da proteção, conservação, preservação e recuperação dos recursos hídricos. Isso é evidenciado também no inciso III, art. 3º, onde a articulação do planejamento de recursos hídricos com os dos setores usuários e com os planejamentos nacional, regional, estadual e municipais.

No art. 55º da Lei n.º 3.167/07, na implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, o Poder Executivo Municipal promoverá a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e do meio ambiente com as políticas federal e estadual de recursos hídricos.

Nesse cenário, a PERH/AM determina em um de seus fundamentos, que a bacia hidrográfica como a unidade territorial de planejamento para implementação da PERH/AM e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/AM.

Desse modo, a PERH/AM além de nortear a Gestão de Recursos Hídricos no Estado, atua também na Gestão Urbana e Regional, uma vez que as bacias, sub-bacias e microbacias abrangem os territórios municipais e regiões administrativas.

Destaca-se ainda que na política estadual é apontado a necessidade de articular as políticas setoriais, por meio: da adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do Estado do Amazonas; da articulação do planejamento de recursos hídricos com os dos setores usuários e com os planejamentos nacional, regional, estadual e municipais; e da articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.

Nessa circunstância, em conformidade com Grisotto & Junior (2003), a articulação das políticas setoriais com a gestão de recursos hídricos faz-se necessária, pois requer amplo envolvimento e atuação das instituições setoriais, sugerindo um processo de ampla negociação e entendimento, visando o compartilhamento de responsabilidades e atribuições comuns.

Em relação aos nove instrumentos de gestão da PERH/AM, os mesmos configuram cenários, tendências, alternativas e propostas para uma determinada bacia hidrográfica, sendo o plano

diretor um instrumento técnico-operacional de planejamento municipal, que também pode compreender quadros atuais ou futuros, em nível local ou regional.

No que concerne à política urbana da cidade de Manaus, a mesma foi estabelecida por meio do Plano Diretor Urbano e Ambiental, cujo objetivo é orientar as ações dos agentes públicos e privados no processo de desenvolvimento municipal, constituindo-se em um importante instrumento de planejamento capaz de aglutinar os diversos segmentos sociais.

Importante destacar que, a cidade de Manaus, capital amazonense, é um município brasileiro cuja área territorial é de 11.401,092 km^2, população estimada em 2020 de 2.219.580 pessoas, e índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,737 (IBGE, 2021).

Nesse contexto, considerando o que Peres & Silva (2013) destacaram, a construção de uma gestão integrada da água deve passar por uma articulação com a gestão municipal, sendo essa uma das possibilidades de aproximação entre as diretrizes e metas que serão formuladas na elaboração dos Planos de Bacias Hidrográficas e os instrumentos e ações apontadas nos planos de uso do solo, especificamente no plano diretor.

Sendo assim, só haverá a integração e articulação efetiva dos instrumentos de gestão da PERH/AM com o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus, a partir do momento que os Planos de Bacias Hidrográficas forem elaborados, visto que esses são os principais instrumentos de gestão que têm relação direta com a política urbana municipal, pois a partir da concepção desses planos que será possível definir as aptidões de uma bacia hidrográfica, havendo, por consequência, um direcionamento da gestão territorial.

Por consequência, mesmo tratando-se de esferas diferentes, com competências, atribuições e capacidades diversas, é possível buscar instrumentos e políticas mais integradas. Posto isso, a partir desse cenário, a gestão de recursos hídricos no Estado do Amazonas ainda precisa avançar em comparativo com outros Estados, visto que o plano diretor do município já se encontra em vigor, trazendo importantes ferramentas para articulação de políticas integradas objetivando a proteção da qualidade e quantidade dos corpos d'água do município.

Desta forma, ao analisar com acuracidade o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus-AM, no que diz respeito ao planejamento e regulação dos recursos hídricos, o plano diretor enfatiza no seu *inciso III* a seguinte prerrogativa "promover a integridade das águas superficiais e subterrâneas do território do município, por meio de ação articulada com as políticas estadual e federal de gerenciamento dos recursos hídricos". Dessa maneira, será possível articular os instrumentos previstos na PNRH e da PERH/AM com as ferramentas do plano diretor, visando proteger os corpos d'águas existentes no município.

Destaca-se um importante ponto previsto no plano diretor, que foi estabelecer a implementação do Programa de Proteção dos Cursos d'Água, cujo objetivo é proteger os rios e igarapés e de suas margens e a conscientização da população para a sua conservação e fiscalização, por meio de:

> a) elaboração do Plano de Proteção das Margens dos Cursos d'Água;
> b) preservação e revitalização das nascentes e demais cursos d'Água;
> c) adequado tratamento dos efluentes líquidos, visando preservar a qualidade dos recursos hídricos;
> d) manutenção da permeabilização do leito dos igarapés, preferencialmente com a permanência da cobertura vegetal nativa e das matas ciliares;
> e) recuperação, preservação e integração dos igarapés à paisagem, com a recomposição das matas ciliares nas suas margens;
> f) estruturação ambientalmente adequada das margens dos cursos d'água nos termos da legislação específica; e

> g) coibição do lançamento de efluentes poluidores e de resíduos sólidos nos rios, igarapés e suas áreas adjacentes, com a conscientização e integração da população nas ações de proteção dos cursos d'água.

Quanto ao Gerenciamento Ambiental Integrado, o plano diretor solicita que se faça cumprir que as indústrias instaladas em Manaus apresentem laudo periódico sobre a qualidade da água despejada nos esgotos públicos e cursos d'água, conforme competência institucional de cada órgão de controle ambiental. Além do mais, os empreendimentos potencialmente poluidores devem instalar Estações de Tratamento de Efluentes, conforme exigência estipulada na Lei nº 1.192, de 31 de dezembro de 2007 (Lei Pró-Águas).

Segundo ainda o plano diretor, deve ser implementado o Programa de Gestão dos Recursos Hídricos, onde um dos objetivos é o desenvolvimento de ações de controle da qualidade da água de abastecimento público segundo o que prescreve a legislação.

Vale destacar também a previsão ou correção dos efeitos gerados por situações e práticas que degradam o ambiente urbano e comprometem a qualidade de vida da população, principalmente invasões e ocupações nas margens dos cursos d'água.

Outra diretriz apontada é a proteção das áreas de fragilidade ambiental e impróprias à ocupação, sobretudo nos fundos de vale e áreas de recarga dos lençóis de águas subterrâneas.

Salienta-se também que nas margens dos cursos d'água, prioritariamente com áreas verdes remanescentes significativas, serão implantadas Zonas de Proteção Ambiental, nos termos do Código Ambiental de Manaus, de acordo com o Plano de Proteção das Margens dos Cursos d'Água e com o Plano de Saneamento e Drenagem. Observa-se que só serão implementadas Zonas de Proteção Ambiental nas áreas que circundam os pontos de captação de água destinada ao abastecimento público.

Em relação às medidas complementares, prevê a requalificação dos portos existentes e implantação de novos portos para viabilizar o sistema intermodal, inclusive de ligação do Centro com os bairros localizados nas orlas dos Rios Negro, Amazonas e Puraquequara, do Igarapé do Tarumã-Açu e demais cursos d'água navegáveis.

Vale destacar em especial a implementação do Plano de Proteção das Margens dos Cursos d'Água, tendo como objetivo delimitar as faixas marginais *non aedificandi*, nos termos da legislação específica.

É importante esclarecer que as áreas *non aedificandi* são determinadas como os terrenos onde não são permitidas as edificações de qualquer natureza, admitidas apenas mediante autorização do órgão municipal competente a construção de gradil, muro de arrimo, escadas de acesso, obras de canalização e escoamento de águas e canalização de esgotos. Sendo assim, ao redor de nascentes ou olhos d´água, será obrigatória a reserva de área *non aedificandi* com raio mínimo de 50 m (cinquenta metros).

Outro ponto a ser destacado, relaciona-se a todos os cursos d'água localizados nas Áreas de Especial Interesse Social, onde será adotada faixa de proteção marginal mínima de 30 m (trinta metros), medidos da maior enchente, durante o período em que o Plano de Proteção das Margens dos Cursos d'Água ainda não houver sido implantado, observadas as exceções previstas na legislação ambiental vigente. Ressalta-se que nesse ponto do plano diretor precisa ser atualizado, visto que o novo Código Florestal, instituído pela Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, adota outro critério para proteção de faixa marginal.

Em relação ao Plano de Saneamento Ambiental, o mesmo elaborará programa de monitoração e controle da qualidade da água destinada ao consumo humano, além de adequar ações dos organismos públicos e privados, inclusive concessionários, responsáveis pelos serviços públicos

de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e gerenciamento dos resíduos sólidos.

No que diz respeito a Avaliação Urbanística, um dos requisitos que deverá ser apresentado ao órgão municipal competente é a localização dos cursos d'água, nascentes e fragmentos florestais ou cobertura vegetal, quando existirem.

Assim sendo, o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus apresenta ferramentas para que haja a articulação entre a Política Nacional de Recursos Hídricos e a PERH-AM, integrando assim os instrumentos previstos entre ambas legislações, fazendo que ocorra a articulação das esferas federal, estadual e municipal.

4. Considerações Finais

No Brasil, as diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos se dão por meio da articulação entre a União e Estados, ficando os mesmos incumbidos pelo gerenciamento desses recursos.

À vista disso, os municípios e Distrito Federal têm como atribuição promover a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

No que tange a política urbana brasileira, o desenvolvimento urbano será executado pelo Poder Público municipal, que ordenará o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, além de garantir o bem-estar de seus habitantes.

Nesse cenário, surge o Estatuto da Cidade (Lei Federal n.º 10.257/01), sendo este um importante arcabouço legal para o planejamento urbano, onde foi possível estabelecer instrumentos de planejamento municipal, dando destaque nesta pesquisa ao Plano Diretor por contribuir diretamente na proteção dos recursos hídricos por meio da articulação com os Planos de Bacias Hidrográficas, instrumento este das políticas de recursos hídricos que possibilita essa interação.

Dessa forma, as normas de uso e ocupação do solo, expressas no Plano Diretor, devem proporcionar uma minimização de impactos nas águas das bacias hidrográficas, contribuindo com a proteção e monitoramento dos padrões de qualidade e quantidade, além de favorecer o desenvolvimento sustentável.

Sendo assim, o município terá participação direta na gestão de recursos hídricos, apesar da Política Nacional de Recursos Hídricos atribuir essa competência a União e Estados.

No que diz respeito à integração da Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas e do Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus, percebe-se que o plano diretor traz importantes subsídios para a gestão de recursos hídricos no âmbito municipal, apesar de que no Estado os Planos de Bacias Hidrográficas são inexistentes.

Percebe-se, no plano diretor, que essa articulação com a política de recursos hídricos se dá pela promoção da integridade das águas superficiais e subterrâneas do território da cidade de Manaus, por meio de ação articulada com as políticas estadual e federal de gerenciamento dos recursos hídricos.

Outro ponto relaciona-se com as indústrias instaladas em Manaus, devendo ser apresentados os laudos periódicos sobre a qualidade da água despejada nos esgotos públicos e cursos d'água, conforme competência institucional de cada órgão de controle ambiental. Evidencia-se também que, os empreendimentos potencialmente poluidores devem instalar Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs).

Importante destacar também que se têm a previsão ou correção dos efeitos gerados por situações e práticas que degradam o ambiente urbano e comprometem a qualidade de vida da

população, principalmente invasões e ocupações nas margens dos cursos d'água.

Portanto, percebe-se a importância e a efetiva possibilidade de uma integração nas políticas estadual e municipal no Estado do Amazonas no que diz respeito à gestão das águas e do território urbano e rural, apesar de serem esferas diferentes, com competências, atribuições e capacidades diversas, o plano diretor de Manaus evidencia como deve ser realizada esta articulação das políticas de ordenamento territorial e uso dos recursos hídricos.

Consideramos ainda que a gestão municipal de Manaus avançou bastante, em seu aspecto legal, quanto a integração gestão do território e das águas urbanas, muita embora isto não seja refletido no cotidiano da cidade, pois a poluição dos cursos d'água e a ocupação antrópica são visíveis. Sendo assim, a gestão de cada bacia hidrográfica, a partir dos planos específicos, pode inibir a degradação e restaurar ambientalmente as margens degradadas.

5. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A gestão de recursos hídricos no Amazonas.** Brasília: ANA, 2016. Disponível em: https://goo.gl/7kyJ9Y. Acesso em: 13 de janeiro de 2021.

AMAZONAS. **Lei n.º 2.712, de 28 de dezembro de 2001.** Disciplina a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelece o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: https://goo.gl/Avsid9. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

AMAZONAS. **Lei n.° 3.167, de 28 de agosto de 2007.** Reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e estabelece outras providências. Disponível em: https://goo.gl/MeMA4B. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

BRASIL. **Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: https://goo.gl/JjUzCk. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

BRASIL. **Lei n.° 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: https://goo.gl/QVD5W2. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

BRASIL. **Lei n.° 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: https://goo.gl/HjWWt5. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

GRISOTTO, L. D. G.; JUNIOR, A. P. **Desafios para a integração de políticas e instrumentos setoriais ao sistema de gestão de recursos hídricos no Estado de São Paulo.** Disponível em: https://goo.gl/gzNHM2. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manaus.** 2021. Disponível em: https://bit.ly/2OTIIrk. Acesso em: de janeiro de 2021.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. **A relação entre Planos de Bacia Hidrográfica e Planos Diretores Municipais:** Análise de Conflitos e Interlocuções visando Políticas Públicas Integradas. V ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, Florianópolis, p. 20, 2010. Disponível em: https://goo.gl/

u8jkFR. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. **Análise das relações entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos, SP:** avanços e desafios visando a integração de instrumentos de gestão. Soc. & Nat., Uberlândia, 25 (2): 349-362, mai/ago/2013. Disponível em: https://goo.gl/FgecQw. Acesso em: de janeiro de 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS. **Lei n.º 1.192, de 31 de dezembro de 2007.** Cria, no município de Manaus, o Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas edificações - Pró-Águas. Disponível em: https://goo.gl/T6V9J5. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS. **Lei Complementar n.º 002, de 16 de janeiro de 2014.** Dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências. Disponível em: https://goo.gl/9CKynE. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

ANÁLISE DO PERFIL DE CONSUMO DAS ÁGUAS TRATADAS E MINERAIS EM NATAL-RN: FATORES QUE DETERMINAM A PREFERÊNCIA E A PERSPECTIVA DISTORCIDA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

FELIPE DUARTE MUNIZ
EMILLY FERNANDA RIBEIRO DANTAS DE CARVALHO
LUCAS EMANOEL BEZERRA DA SILVA
ANA KARLA COSTA DE OLIVEIRA

Resumo
As águas tratadas por empresas de abastecimento e as extraídas de fontes minerais, vendidas envasadas, são as principais alternativas para a ingestão. Apesar do consumo potencialmente seguro, ambas apresentam estigmas e percepções distorcidas que refletem na preferência da população brasileira. Nesse sentido e como subsídio para planos de conscientização, o referido estudo teve como objetivo compreender quais fatores determinam a predileção da população pela ingestão das águas tratadas e minerais na cidade de Natal-RN, além de discutir a acessibilidade, segurança, sustentabilidade e o custo-benefício. Para isso, foi feito um questionário semiaberto para 161 pessoas das diversas regiões da cidade para a coleta de dados. A pesquisa mostrou uma preferência equilibrada, tomando como principais fatores de decisão as percepções organolépticas e a presença de microrganismos. As opiniões revelam bastante desconfiança no tratamento hídrico estadual disponibilizado nas torneiras e falta de informação quanto aos parâmetros de potabilidade. Recomenda-se a utilização de um filtro adicional nos domicílios.

Palavras-Chave: água para consumo; qualidade das águas; riscos à saúde

Abstract
The treated water by water supply companies and mineral water, usually bottled, are the main alternatives for ingestion. Despite the potentially safe consumption, both present stigmas and distorted perceptions that reflect the Brazilians' preference. In this sense and as a subsidy for awareness plans, this study aimed to understand which factors determine the population's predilection between treated and mineral waters in the city of Natal-RN, apart from discussing accessibility, safety, sustainability and cost-benefit. For this purpose, a semi-open questionnaire was made to 161 people from different regions of the city for data collection. The research showed a balanced preference, taking organoleptic perceptions and the presence of microorganisms as the main decision factors. Opinions reveal a lot of distrust in tap water and lack of information regarding the drinking parameters. It is recommended to use an additional filter in households.

Keywords: drinking water; water quality; health risks.

1. Introdução

A água é um recurso natural que perpassa os âmbitos econômico, ambiental e cultural numa sociedade. A sua ingestão, nesse sentido, torna-se uma pauta de extrema relevância em torno do consumo seguro e adequado.

A preocupação concernente à água para consumo humano não é à toa. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, 2014, cerca de 842 000 mortes por ano são provocadas por doenças diarreicas, resultantes da falta de água potável e do saneamento básico.

Além dos patógenos dos mais variados reinos, estão presentes em águas contaminadas com matéria orgânica os compostos nitrogenados, como nitrito e nitrato, os quais em alta concentração no sangue podem causar danos ao organismo. (FREITAS; BRILHANTE; RIBEIRO, 2001).

No Brasil, um dos principais órgãos que legislam sobre a água é a Agência Nacional de Águas (ANA). Conforme a ANA, cerca de 17 milhões de brasileiros não têm acesso à água potável. De acordo com o diretor da agência, Paulo Virella, a maior problemática não tem sido a quantidade, mas, sim, a qualidade, principalmente no Sul, Sudeste e no Nordeste.

Em território nacional, o Nordeste é uma das regiões com menor disponibilidade hídrica e com menos domicílios abastecido com água (SNIS, 2019). Todavia, Natal, situada no Rio Grande do Norte, é a 17ª capital no ranking de saneamento básico, conforme levantamento realizado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2019). Segundo a ABES, 93,66% possui atendimento de água. Embora seja um dado animador, não revela a desconfiança dos moradores que têm acesso à água tratada em ingeri-la.

Ainda que a água tratada, seja suficiente e adequada para a ingestão, ela nem sempre é a primeira escolha dos consumidores. Conforme dados da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas (ABIR), entre os anos de 2010 e 2018, o consumo de águas minerais no mercado brasileiro aumentou cerca de 75,1%. Muitos usuários têm dado preferência a esse tipo de água, que tende a ser menos viável em diversos aspectos. Inúmeros são os fatores que influenciam nessa decisão, como parâmetros organolépticos, obstáculos da acessibilidade, questões financeiras e, entre outros, desinformação.

Consoante o Código de Águas Minerais (Decreto-Lei nº 7.841), "águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns". Devido a sua conhecida função medicamentosa, há uma confiança inflada e uma percepção falseada de que a qualidade desse tipo de água é superior à tratada, tornando o consumo por muitas vezes inconsciente e questionável (SAYLOR; PROKOPY; AMBERG, 2011).

Frente ao dilema da água no Nordeste e como subsídio para planos de conscientização acerca do recurso, a pesquisa busca compreender qual é a preferência da população natalense entre as respectivas águas e as suas motivações, além de discutir sobre as suas vantagens e desvantagens em relação à acessibilidade, segurança, sustentabilidade e ao custo-benefício.

2. Metodologia

A metodologia utilizada no trabalho consistiu em quatro etapas: leitura de teses, dissertações, artigos científicos e legislação que rege as águas; estudos sobre as águas de consumo da população; coleta de dados por meio da aplicação de questionário à população; compilação e análise dos resultados da pesquisa. A coleta dos dados envolveu a aplicação de um questionário semiaberto com quatro perguntas fechadas e uma aberta para compreender a avaliação de moradores das quatro regiões administrativas (norte, sul, leste e oeste, descritas pela SEMURB) da cidade de Natal-RN (n=161) sobre o consumo das águas mineral e tratada.

Identificou-se, por meio das perguntas fechadas, qual é o principal tipo de água para consumo utilizado na residência, o conhecimento do participante em relação às características da água potável, fatores levados em consideração na escolha da água e o nível de confiança e satisfação na Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Na pergunta aberta, por fim, buscou-se ouvir as opiniões e motivações acerca da segurança de ambas.

Diante da natureza subjetiva que caracteriza a predileção da população pelas distintas águas, optou-se por analisar os resultados a partir de uma perspectiva crítica, baseada na literatura científica que estuda e compara as águas mineral e tratada. A estatística descritiva foi utilizada para obter uma apreciação geral dos dados quantitativos indicados pelos moradores na escala numérica. Foram calculadas as frequências de cada nível da escala e porcentagens, as quais foram ilustradas pelos respectivos histogramas. Além disso, excertos das respostas dos consumidores foram utilizados para subsidiar as discussões.

3. Resultados e Discussão

Foi feito um questionário virtual para 161 pessoas dos diversos bairros da cidade metropolitana de Natal-RN, com o fito de identificar o perfil do consumidor natalense de água e suas razões em adotar tal postura, por meio de gráficos e histogramas que relacionam importantes aspectos, como a origem desse bem, as avaliações que o público realiza ao escolher e fatores socioambientais resultantes.

3.1 Preferência da população

Na Figura 1, por meio do gráfico de setores, foram apresentados os resultados obtidos a partir das respostas da amostra de consumidores de Natal-RN em relação ao principal tipo de água utilizado na residência.

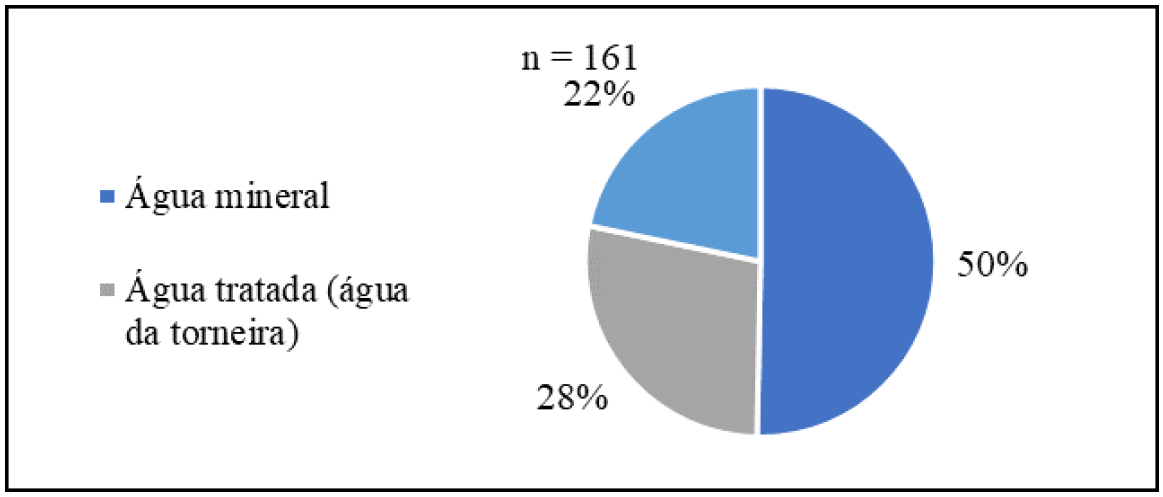


Figura 1: Principal fonte de água na residência

Fonte: Autoria própria.

A Figura 1 revela uma preferência equilibrada em relação ao consumo dos dois tipos de água: mineral e tratada (leva-se em consideração, para diferenciar, também a utilização de um filtro adicional). Nesse aspecto, 50% (81 consumidores) utilizam majoritariamente a água mineral; 28% (45 consumidores) e 22% (35 consumidores) fazem uso da água tratada diretamente da torneira e da água tratada passada por um filtro adicional, respectivamente. Enquanto um consumidor argumenta que a mineral "é mais pura e mais indicada para o consumo", outro opina que confia no

processo de tratamento da água de torneira. Diante disso, é interessante analisar as motivações que corroboram para a predileção de ambas as águas.

3.2 Conhecimento do participante em relação aos parâmetros de potabilidade

A Figura 2, por sua vez, revela a familiaridade dos consumidores com alguns conceitos em torno de uma água própria para a ingestão. A característica inodora da água foi a mais reconhecida, comum a 80,7% dos participantes. Em seguida, tem-se o controle de microrganismos, atrelado também a uma investigação epidemiológica, e a baixa turbidez, indicador de qualidade microbiológica relativo à presença de matéria em suspensão na água, consenso, respectivamente, para 75,1% e 68,3% dos consumidores.

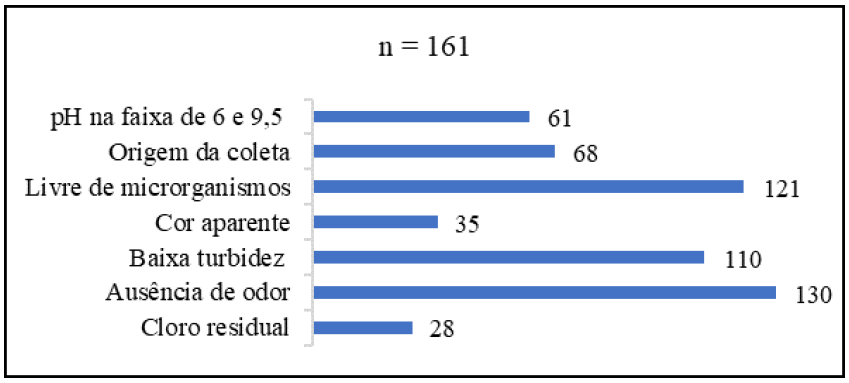


Figura 2: Conhecimento da população em relação a parâmetros de potabilidade

Fonte: Autoria própria.

Já ao cloro residual livre foi dada pouca atenção. Apenas 17,3% tem alguma noção da importância de fornecer água contendo teor mínimo de 0,5 mg/L do agente desinfetante, como consta na Portaria de Consolidação nº 5, de 2017, conjunto das normas que descrevem o padrão de potabilidade desejado. O cloro residual livre serve como um parâmetro de controle no sistema ao longo da rede. Nesse sentido, o baixo nível desse composto pode indicar uma eventual contaminação microbiológica nos sistemas de água para consumo humano.

É possível, assim, relacionar a ausência de bactérias e protozoários com a presença do agente desinfetante residual. O desconhecimento dessa dependência pode afetar a decisão da população em relação à água, uma vez que a substância pode ser perceptível durante o consumo, como descreveram dois consumidores: "Às vezes sentimos gosto de cloro na água tratada" e "Acho que mineral [é mais segura], aquelas que a gente compra em galão, porque não há cloro". O cloro participa não só da etapa de desinfecção no tratamento da água, como também no processo de abastecimento, uma vez que garante uma maior segurança hídrica contra a contaminação microbiológica e atesta a qualidade da água que chega até a torneira.

No entanto, se em excesso, o cloro pode afetar a potabilidade da água e, por isso, deve ser alvo de vigilância sanitária. A Portaria de Consolidação nº 5 atribui um teor máximo de 2 mg/L, que deve ser respeitado e averiguado com determinada constância. Para alguns, isso é um problema recorrente, como exemplifica outro morador: "Gostaria de morar em outro país onde minha água não viesse com tanto cloro".

3.3 Fatores levados em consideração na escolha da água

Na figura 3, percebe-se que as percepções organolépticas e de risco à saúde influenciam significativamente na decisão dos consumidores em relação ao tipo de água. Nesse sentido, é

possível analisar que a população se preocupa com a qualidade e segurança da água que consome e atribui isso às características tangíveis da água, tais quais cor, cheiro e o sabor, exemplificado no comentário de um deles: "Consigo sentir uma pequena diferença no gosto ao beber". Dessa forma, há uma grande correlação entre os itens mencionados.

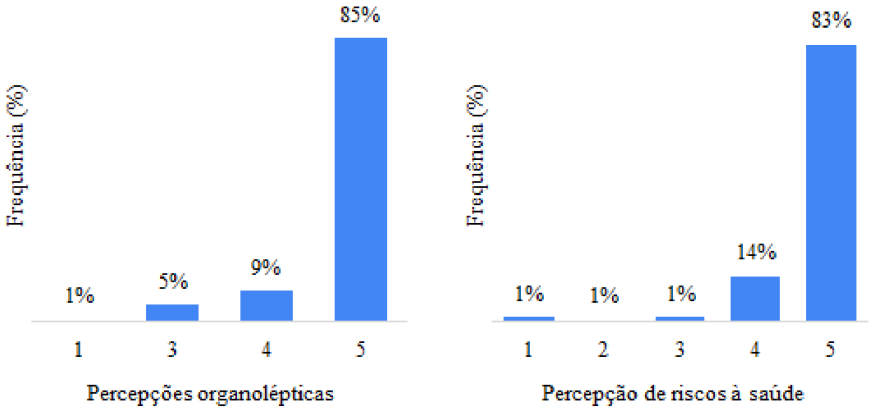


Figura 3: Histogramas da escala numérica (percepções organolépticas e de riscos à saúde)
Fonte: Autoria própria

A partir da portaria 518 do Ministério da Saúde, a CAERN disponibiliza relatórios anuais feitos em laboratório para garantir o padrão de qualidade da água até as residências. Entretanto, como já mostrado em um artigo (COSTA; KEMPKA; SKORONSKI, 2017), a cidade vem passando por problemas com a alta concentração de nitrato na água, o que aponta fortemente a necessidade do órgão em resolver o problema. Com o fito de controlar a presença desses compostos, a empresa diminui suas concentrações através da diluição, já que os outros processos da ETA (Estação de Tratamento de Água) não são totalmente eficazes.

O monitoramento assume um papel importante no controle e manutenção da qualidade das águas. A água tratada é sujeita a rigorosos parâmetros com frequente monitoramento, o que contribui para a sua confiabilidade (SAYLOR; PROKOPY; AMBERG, 2011), tal qual opina outro participante: "Eu sei que a tratada passou por exames de confiabilidade".

Em relação aos parâmetros de coliformes totais e Escherichia coli, por exemplo, existe um número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, em função população abastecida (BRASIL, 2017).

Assim como constatado no questionário, o senso-comum atribui à água mineral a garantia da ausência da bactéria Escherichia coli/ E. coli, como pode ser explicitado na fala: "Mineral [é mais segura], pois não tem níveis de coliformes fecais acima do recomendado, como a água tratada geralmente tem.". Paralelamente ao imaginário popular, pesquisas apontam que o estabelecimento desta ligação, está, por vezes, equivocado. No artigo "Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR", obteve-se que as amostras portadoras da água tratada estavam isentas de coliformes totais, enquanto algumas amostras que reservavam água mineral encontravam-se contaminadas.

> "Os resultados obtidos demonstram que a água tratada da instituição de ensino está de acordo com os padrões de potabilidade, [...] Entretanto, uma porcentagem das amostras de água mineral analisadas neste trabalho indicou contaminação por coliformes." (YAMAGUCHI, 2013, p. 319).

Para além disso, em uma dissertação analisando a qualidade da água mineral e tratada na cidade de Natal avaliando seus níveis de pH, turbidez, coliformes, nitrato e cloro residual apontou-se uma maior contaminação de coliformes fecais (formada por 38,3% das amostras) na da mineral do que na tratada (abrangendo 7,45%) (MAIA, 2015).

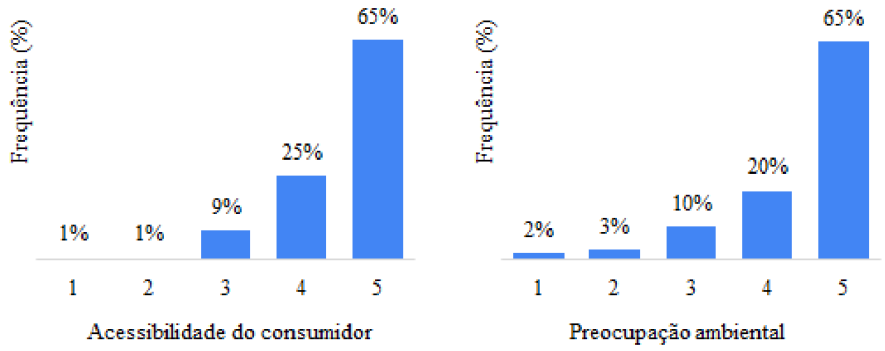


Figura 4: Histogramas da escala numérica (acessibilidade do consumidor e questão financeira)

Fonte: Autoria própria.

Bem como as percepções organolépticas, de acordo com o gráfico 3, a acessibilidade se destaca como um determinante para se escolher qual água ingerir. Nesse sentido, essa realidade é fruto, em grande parte, da ausência ou da deficiência do sistema de saneamento básico brasileiro. Quando falamos de países subdesenvolvidos ou em estado de pobreza, parcelas significativas de suas populações urbanas não tem acesso ou tem um acesso precário à água potável e saneamento (CESAR; ABDALA; KRESKI, 2019). Dessa forma, acaba que, pela impossibilidade de receber água potável em suas casas, os cidadãos recorrem ao serviço particular para suprir suas demandas.

Depreende-se, a partir da figura 4, que a questão financeira é um fator de bastante relevância para a escolha da água a ser consumida. Assim como afirma um dos entrevistados, "A água mineral é de certa forma mais confiável, no entanto o seu custo a torna, muitas vezes, impossibilitada de ser usada. A água tratada se faz a única opção, mesmo não sabendo o que aconteceu desde sua origem até a sua distribuição". Outros também justificam o consumo da água tratada pela falta de recursos para poderem aderir à mineral.

Contudo, assim como é deslumbrado no gráfico 4, alguns consumidores estão dispostos a pagar um valor extra para adquirir esse recurso. Isso acontece, pois creditam a esse custo a mais a qualidade e segurança desse produto, tal como afirma um dos questionados, fala: "Mineral [é mais segura] porque é paga e normalmente serviços gratuitos são mais 'relaxados'".

Vale ressaltar que, embora trazido como um "serviço gratuito" por um dos questionados, a água tratada, apesar de fornecida pelo sistema público, é paga. No entanto, esse custo, quando comparado ao da água mineral, torna-se irrisório. De acordo com a Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento, o valor que um consumidor normal paga, à CAERN, é de R$39,00 por até 10.000 litros de água. Em contrapartida, os garrafões de 20 litros de água mineral chegam a, aproximadamente, R$8,00.

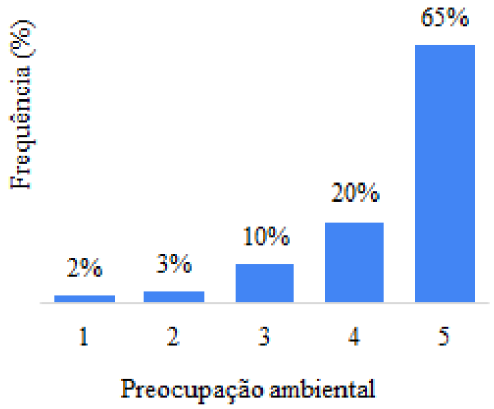


Figura 5: Histograma da escala numérica (preocupação ambiental)
Fonte: Autoria própria

A preocupação com meio ambiente costuma ser um fator para a escolha do tipo de água, como expresso na Figura 5. Numa perspectiva técnica, vale salientar que é necessário energia para produzir, embalar, transportar, resfriar, usar e reciclar a água engarrafada e sua embalagem (GLEICK; COOLEY, 2009). Escolher esse tipo de água causa impacto ambiental significativo, que pode ser atenuado com o uso da água tratada.

A pesquisa divulgada pela revista Environmental Research Letters estima que o consumo anual de água engarrafada nos Estados Unidos, em 2007, de 33 bilhões de litros (110 litros per capita) foi equivalente a cerca de 32 a 54 milhões de barris de petróleo, a depender do processo de distribuição e distância entre os centros produtores e consumidores. Além disso, estima-se também que um milhão de toneladas de PET foram produzidas para esse fim. Por fim, o estudo conclui que a pegada energética da água engarrafada é duas mil vezes maior do que a água tratada de torneira (GLEICK; COOLEY, 2009).

Em contrapartida, o abastecimento de água é também uma atividade impactante. Após consumida, a água retorna, em sua maior parte, para o meio ambiente em forma de esgotos industriais e sanitários, cujo potencial poluidor recai sobre o próprio manancial ou outro, se houver transposição de bacias (HELLER; PADUA, 2006). Para atenuar esse efeito, é necessário um melhor planejamento do sistema de abastecimento de água e um equacionamento da disposição de esgotos gerados.

Além disso, outros potenciais impactos de pequena magnitude podem ser considerados como resultado do processo de instalação do sistema. Por isso, as obras de saneamento estão sujeitas ao licenciamento ambiental, que contempla e assegura a mitigação dos potenciais impactos (HELLER; PADUA, 2006). Nesse sentido, vê-se que a água mineral, geralmente consumida engarrafada, é menos sustentável que a água tratada.

Vale salientar a influência do fator cultural e familiar na escolha da água. Segundo Guerra (2009), que cita Kotler (2000), a cultura tem papel fundamental no comportamento da sociedade. À medida que cresce, a depender do meio em que vive e como é criada, a criança molda seus valores, percepções e preferências. Com o consumo da água não é diferente. Muitos participantes da pesquisa declaram que consomem água mineral por um único motivo: cultura. Comentários como "Mineral [é mais segura], mas é questão de tradição familiar".

3.4 Satisfação com os serviços prestados pela CAERN

A confiança no serviço e na integridade da empresa responsável pelo abastecimento é muito relevante na escolha da água. A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), sediada em Natal, tem como objetivo a prestação de serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado do Rio Grande do Norte. A companhia é responsável pelo abastecimento de 152 municípios, dos 167 que compõem o estado potiguar, atendendo também 42 com esgotamento sanitário (CAERN, 2020).

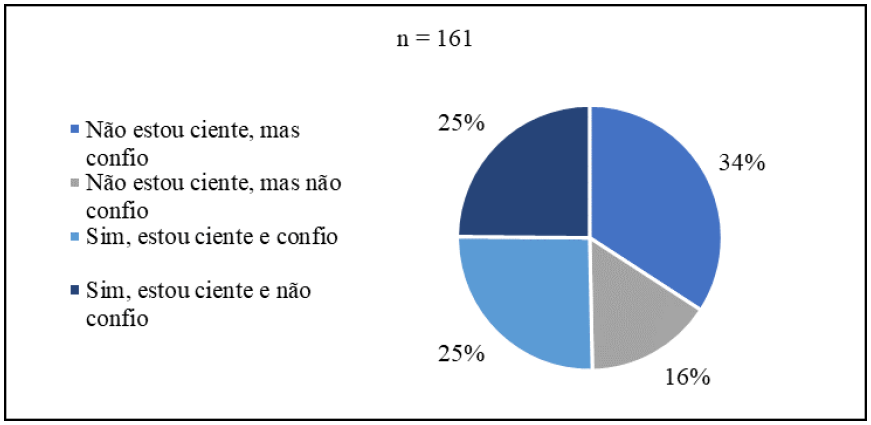


Figura 6: Satisfação com o serviço da CAERN

Fonte: Autoria própria.

A Figura 6 revela que a maioria dos participantes, cerca de 59%, cientes ou não dos serviços da CAERN, confiam na sua qualidade. Por outro lado, o número de consumidores que admitiram a desconfiança na companhia é consideravelmente alto.

Alguns consumidores relataram que, apesar de acreditar no tratamento e acompanhamento da CAERN, opta, na residência, pela água mineral. Outros opinam que a transparência e a divulgação do processo de tratamento tornam a água de torneira mais confiável, como assume um entrevistado: "A tratada [é mais segura], pois é possível conhecer os processos de tratamento que a CAERN realiza. Já a mineral não é possível conhecer em totalidade sua origem e tratamento".

Apesar da responsabilidade estatal ser crucial na distribuição adequada dos recursos hídricos, cabe à população fazer a devida higiene dos seus reservatórios, conforme a cartilha de promoção à saúde feita pelo Ministério da Saúde em 2018 (BRASIL, 2018).

Uma análise hídrica realizada em residências no Rio de Janeiro comparou os aspectos físico-químicos e microbiológicos da água que chegava aos domicílios com a qualidade do recurso que era distribuído diretamente da estação de tratamento. A distribuição do recurso pela companhia de água estava dentro dos padrões exigidos pela portaria estadual, mas identificava a presença de E. Coli nas amostras das residências (PEREIRA, 2015).

Portanto, o cumprimento das exigências visando o bem-estar social se torna realidade tão somente com a atuação conjunta entre a população e as organizações atuantes na captação e distribuição da água, seja de origem mineral ou tratada por um órgão competente (como a CAERN para a cidade de Natal). Uma entrevistada exemplifica a importância da responsabilidade do consumidor de água mineral: "Aqui na casa do meu pai já tivemos problemas com a água porque não limparam o bebedouro direito (a água ficava com um gosto meio estranho)".

4. Considerações Finais

Muitas são as circunstâncias que interferem na qualidade da água, por isso não se pode afirmar que um tipo de água é mais seguro que a outro. No entanto, é possível destacar que, apesar do elevado preço se comparada com o serviço de abastecimento público, as águas minerais podem estar contaminadas. Diante disso, existe uma perspectiva falseada que afeta o perfil de consumo natalense.

Algumas pessoas não têm o conhecimento de que a água da torneira é própria para o consumo. Outras sabem, mas têm receios diversos, que podem ser sanados a partir da investigação e educação, como é o caso do cloro residual, que afeta a percepção e é de suma importância para a segurança da água. Nesse sentido, entender que o consumo de água tratada pode ser seguro traz liberdade ao consumidor.

O filtro ou purificador de água adicional pode ser uma opção viável para os consumidores receosos que gostariam de diminuir os gastos com a ingestão de água mineral, pois, para além da devida higienização dos órgãos responsáveis e encanação residencial, alguns se utilizam de carvão ativado e nitrato de prata para absorver impurezas e eliminar germes como verificado em documento da Embrapa (MEDEIROS, 2015).

Por fim, é válido mencionar que o acesso, mesmo na capital do Rio Grande do Norte, pode ser desigual e, de fato, algumas famílias não têm acesso a um serviço de qualidade, dependendo do serviço privado das empresas de água mineral.

5. Referências

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas **Volume de produção do mercado brasileiro de águas minerais dos anos de 2010 a 2019**. Disponível em: <https://abir.org.br/o-setor/dados/aguas-minerais/>. Acesso em: 20 de dezembro de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Qualidade da Água para Consumo Humano**. 2018

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p.: il.

Caern realiza monitoramento da qualidade da água em 90 pontos da capital. Site Tribuna do Norte. Acesso em: 27 fev. 2021.

COSTA, D. D.; KEMPKA, A. P.; SKORONSKI, E. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato: o panorama do problema no Brasil, suas consequências e as soluções potenciais. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 10, n. 2, mar. 2017.

FREITAS, M. B. de; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro , v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

GLEICK, P. H.; COOLEY, H. S. Energy implications of bottled water. **Environmental Research Letter**. 2009.

GUERRA, C. K. **Influências no consumo de água mineral em Porto Alegre**. 76 p. (TCC de Bacharel em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo horizonte: Editora UFMG, 2006.

HORA, C. A. et al. **Limites dos bairros da cidade do Natal**. Prefeitura Municipal do Natal. Natal, 2003.

KRESKI, S. ABDALA L., CESAR, C. **SUSTENTABILIDADE ODS 6. ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO.** PUC, São Paulo, 2019. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO Programa de Pós-Graduação em Administração e Programa de Pós-Graduação em Economia FEA/PUC-SP.

MAIA, F. C. **Qual água beber: envasadas ou da torneira? O caso de Natal, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2015.

MEDEIROS, R. H.; MARTINS, F.; YOSHIDA, P. Efeito antimicrobiano in vitro do nitrato de prata sobre C. Pseudotuberculosis. **Embrapa Caprinos e Ovinos**, 2014. p. 41., 2014.

PEREIRA, A. de A. et al. Investigação da Qualidade da Água para Consumo Humano na Comunidade do Muquiço na Zona Norte do Rio de Janeiro. **Revista Presença** v. 1 n. 2. Rio de Janeiro, 2015.

SAYLOR A.; PROKOPY L. S.; AMBERG S. What's wrong with the tap? Examining perceptions of tap water and bottled water at Purdue University. **Environmental management**, 2011.

World Health Organization. **Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals**. Geneva: WHO; 2019.

Análise das transformações de Uso e Ocupação do Solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja em Chapada da Natividade e Natividade (Tocantins)

Lucas da Silva Ribeiro
Sandro Sidnei Vargas de Cristo

Resumo
Os estudos evolutivos de Uso e Ocupação do Solo permitem identificar conflitos que estão ocasionando significativas transformações e a descaracterização de diversos ambientes naturais. O presente trabalho tem como objetivo analisar a evolução do Uso e Ocupação do Solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, localizada na região sudeste do estado do Tocantins. Nos procedimentos metodológicos utilizou-se como base a plataforma do Mapbiomas para obtenção de dados de Uso e Ocupação dos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019, os quais foram manipulados via o software QGIS, versão 3.10.14. Assim, as classes definidas na bacia hidrográfica em questão foram: Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Agropecuária, Áreas Urbanas, Solo Exposto e Corpos Hídricos. Como principal resultado, pode se observar uma relação direta entre a perda da cobertura vegetal natural, no período de análise, com as atividades humanas realizadas na área de estudo. De maneira geral os resultados podem subsidiar os órgãos de planejamento territorial dos municípios na tomada de decisões que busquem a melhoria entre os aspectos de Uso e Ocupação do Solo e conservação ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja.

Palavra-Chave: Sensoriamento Remoto; Uso e Ocupação do Solo; Bacia Hidrográfica.

Abstract
The evolutionary studies of Land Use and Occupation allow identifying conflicts that are causing significant transformations and the mischaracterization of several natural environments. The present study aims to analyze the evolution of Land Use and Occupation in the watershed of Ribeirão Água Suja, located in the southeastern region of the state of Tocantins. The methodological procedures were based on the Mapbiomas platform for obtaining Use and Occupation data from 1985, 1995, 2005, 2015 and 2019, which were manipulated via the QGIS software, version 3.10.14. Thus, the classes defined in the river basin in question were: Forest Formation, Savanic Formation, Country Formation, Agriculture, Urban Areas, Exposed Soil and Water Bodies. As the main result, a direct relationship can be observed between the loss of nature vegetation cover, in the analysis period, and the human activities performed in the study area. In general, the results can subsidize the territorial planning agencies of the municipalities in the decision-making that seeks to improve the use and occupation of the soil and environmental conservation the watershed of Ribeirão Água Suja.

Keywords: Remote Sensing; Land Use and Occupation; Watershed.

1. Introdução

Os estudos evolutivos de Uso e Ocupação do Solo permitem identificar conflitos que estão ocasionando significativas transformações e a descaracterização de diversos ambientes naturais.

Neste sentido destaca-se o aumento da realização de estudos sobre esta temática que buscam contribuir no planejamento e gestão ambiental de bacias hidrográficas.

Ainda, percebe-se em análises comparativas de uso e ocupação que é possível identificar os principais atores envolvidos nas transformações territoriais que tem gerado conflitos, quanto a conservação ambiental de bacias hidrográficas como sistemas ambientais naturais.

Ross (1996) destaca que os sistemas ambientais naturais face as intervenções humanas apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características genéticas, assim algumas regiões do planeta os ambientes naturais mostravam-se um estado de equilíbrio dinâmico, até as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais na apropriação dos recursos naturais.

Ainda este autor destaca uma relação de paralelismo entre o avanço da exploração dos recursos naturais com o complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas.

Para buscar a compreensão do modo e tipo do Uso e Ocupação, de um determinado território, o Sensoriamento Remoto torna-se, uma ferramenta de suma importância na realização de mapeamentos que permitem desenvolver políticas e ações de conservação ambiental.

Borges, Pfeifer e Demattê (1993, cita-se Steiner, 1970) destacam que os primeiros mapeamentos de Uso e Ocupação do Solo baseavam-se em trabalhos de campo, na década de 1950, onde vários pesquisadores buscavam a identificação de áreas agrícolas através das fotografias aéreas.

Essa técnica de mapeamento evoluiu após a disponibilidade das imagens orbitais na década de 1970, o que auxiliou na identificação do Uso e Ocupação do Solo, facilitando a compreensão dos padrões de organização do espaço agrícola, contribuindo para subsidiar ações de desenvolvimento regional (BORGES; PFEIFER; DEMATTÊ, 1993)

Ainda, as imagens de satélite ocasionaram um aumento no desenvolvimento de técnicas e metodologias referentes ao mapeamento de Uso e Ocupação do Solo, principalmente pela aplicação de métodos automatizados que abrangem áreas extensas, possibilitando ao pesquisador a realização de uma classificação rápida dos diferentes tipos de Uso.

Neste sentido, Vasconcellos e Novo (2004), destacam que as técnicas de Sensoriamento Remoto são fundamentais para o monitoramento de Uso e Ocupação do Solo.

Para Leite e Rosa (2012) o acelerado processo de desenvolvimento da sociedade tem deixado profundas marcas na superfície terrestre, e o Sensoriamento Remoto, através do mapeamento de Uso e Ocupação do Solo, tem se tornado uma ferramenta capaz de subsidiar a orientação e tomada de decisão, pois proporcionam conhecimentos atualizados.

Neste sentido as análises ambientais têm ganhado destaque através do avanço das Geotecnologias, principalmente pelo surgimento de diversas ferramentas, plataformas, bancos de dados e outros, que auxiliam na intepretação e organização de uso do território.

Deste modo, destaca-se a plataforma do Mapbiomas, a qual é um banco de dados que possui informações temporais relacionadas ao Uso e Ocupação do Solo no Brasil.

Segundo Mapbiomas o Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, Sensoriamento Remoto, SIG e ciência da computação que utilizam processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine.

O Mapbiomas surgiu através de um seminário realizado em março de 2015, onde especialistas em sensoriamento remoto e mapeamento de vegetação se reuniram em São Paulo a convite do SEEG/ OC para pensar em como produzir mapas anuais de cobertura e Uso do Solo para todo o Brasil de forma significativamente mais barata, rápida e atualizada aos métodos e práticas atuais, e que possibilitem recuperar o histórico das últimas décadas.

Atualmente o Mapbiomas encontra-se na coleção 5.0, que disponibiliza dados do Uso e Cobertura do Solo a partir do ano de 1985 até 2019. Uma das vantagens de desenvolver estudos utilizando esta plataforma é a possibilidade de realizar downloads das informações para diversos recortes espaciais como: áreas protegidas, bacia hidrográfica em nível 1 e 2, biomas, estados e municípios.

Assim, pode destacar alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil que utilizaram dados extraídos da plataforma do Mapbiomas para análises relacionadas ao Uso e Ocupação do Solo.

Ganem et al (2017) comparou dados do Landsat-8/OLI, com a atmosfera corrigida por meio dos algoritmos FLAASH e QUAC, e o produto em reflectância no topo da atmosfera (LC8_L1T_TOA), disponibilizado pelo USGS e utilizado para gerar as classificações da coleção 2 do Mapbiomas no âmbito da Caatinga. A partir de análises visuais e da aplicação de testes estatísticos foi identificado o dado que melhor se ajusta ao mapeamento da Cobertura da Terra no Bioma.

Almeida et al (2018) investigou a variabilidade da Cobertura do Solo na bacia hidrográfica do Rio Capibaribe em Caruaru e Toritama-PE, através do NDVI e a utilização de mapas de cobertura e uso do solo gerados através do Mapbiomas da Coleção 2.3.

Costa et al (2018) relatou as experiências da aplicação de uma oficina didática, no qual trabalhou sobre as potencialidades dos produtos e das ferramentas do Projeto Mapbiomas em uma turma do Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, destacando a importância da utilização de novas tecnologias aplicada ao Ensino de Sensoriamento Remoto.

Gonçalves e Ribeiro (2020) utilizaram-se os dados da classificação de Uso e Cobertura do Solo do projeto Mapbiomas, para avaliar a evolução da classe, Floresta Plantada, no período de 35 anos, para a região da Ilha de Santa Catarina e Baixada do Maciambu, na região da Grande Florianópolis.

Deste modo, percebe-se que a plataforma do Mapbiomas tem sido utilizada para o levantamento de informações relacionadas ao Uso e Ocupação do Solo, em diversas áreas de pesquisa.

Neste sentido o presente trabalho utiliza a plataforma Mapbiomas para levantar dados da evolução do Uso e Cobertura do Solo, na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, dos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019.

1.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja (Figura 1) abrange os municípios de Chapada da Natividade e Natividade situados na região sudeste do estado do Tocantins, distantes de Palmas, a capital do estado, cerca de 215kms.

De maneira específica, esta bacia hidrográfica ocupa uma área de aproximadamente 250 km^2 e estar dividida nos dois municípios da seguinte forma: Chapada da Natividade (porção Noroeste) e Natividade (Porção Sudeste).

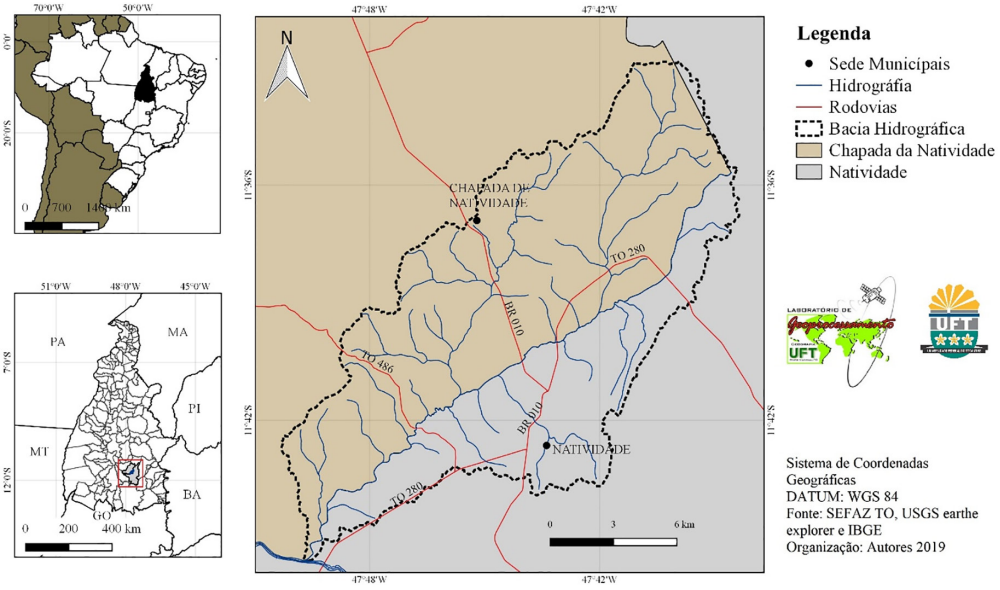


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja

Fonte: Autores (2019)

O município Chapada da Natividade vem do Arraial de Chapada que surgiu na terceira década do século XVIII, com a descoberta do ouro em suas terras. No ano de 1995, o referido município, se emancipou, desmembrando-se do município de Natividade recebendo a denominação de Chapada da Natividade. Portanto, destacam-se aspectos da população municipal a descendência de Quilombos, a exemplo das duas comunidades tradicionais presentes na sua extensão territorial, o Quilombo São José (área rural) e Visão de Águia (área urbana). A estimativa da população de Chapada da Natividade para o ano de 2020 era de 3.331 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,99 hab./Km^2. (IBGE, 2010)

O município de Natividade surge da descoberta da região de Natividade pelos portugueses, por volta do ano de 1734, associado a mineração do ouro na Serra de mesmo nome. Em consequência disto, surgiu um povoado denominado São Luiz. Em 22 de julho de 1901, foi criada a Comarca de Natividade, instalada em 23 de dezembro de 1905, desligando-se da Comarca de Porto Nacional. Contudo, em 1930, se deu a supressão da Comarca de Natividade, que foi transformada em Termo novamente sob a jurisdição da Comarca de Porto Nacional. Em 26 de agosto de 1933, com seus limites territoriais estabelecidos, tornou-se o Município de Natividade. A estimativa para a população de Natividade em 2020 era de 9.250 habitantes, com uma densidade demográfica de 2,78 hab./Km^2 (IBGE, 2010).

2. Metodologia

O presente trabalho iniciou-se com o levantamento de referências bibliográficas relacionado a temática de estudo e também com a realização do download do Uso e Ocupação do Solo extraído da plataforma do Mapbiomas nos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019.

Na plataforma Mapbiomas foram selecionados os arquivos *raster* dos municípios de Chapada da Natividade e Natividade, para a extração dos dados de Uso e Ocupação do Solo.

Em seguida, esses dados de Uso foram importados no software QGIS, versão 3.10.14, onde foi realizado o recorte do arquivo *raster* do limite da bacia hidrográfica em questão.

Posteriormente foi aplicado a função de mesclagem, que é a união ou mosaico de áreas, no caso as partes dos municípios de Chapada da Natividade e Natividade onde a bacia hidrográfica

do Ribeirão Água Suja está inserida.

Após a mesclagem dos arquivos, foi realizado um procedimento chamado poligonizador, onde ocorreu a transformação do arquivo *raster* para *shapefile*. Este procedimento foi importante para a realização do cálculo da área de cada classe em km^2.

As classes de Uso e Ocupação do Solo definidas foram: Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Agropecuária, Áreas Urbanas, Solo Exposto e Corpos Hídricos.

Por último foi realizada uma análise comparativa entre os mapas de Uso e Ocupação do Solo, dos anos em questão, observando se as transformações ocorridas na área de estudo.

3. Análise das Transformações do Uso e Ocupação do Solo

No presente estudo foi realizado à análise e discussão sobre a transformação do Uso e Ocupação do Solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja ocorrida entre os anos de 1985 e 2019, tendo como base os mapas temáticos e a tabulação das classes.

Assim, a figura 2 apresenta os mapas de Uso e Ocupação do Solo dos anos de 1985 e 1995 da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja

No ano de 1985 observa-se que a cobertura vegetal natural, apresenta-se com boa conservação, principalmente pelo predomínio da Cobertura Florestal e Savânica que se distribui por toda à área de pesquisa. Já as demais classes como Agropecuária, Áreas Urbanas e Solo Exposto aparecem em pequenas áreas. Destaca-se também que as áreas de Formação Campestre se encontram restritas em porções elevadas do terreno, alto e médio curso da bacia hidrográfica.

No ano de 1995 também observa-se que a cobertura vegetal natural é predominante com a Cobertura Florestal e Savânica se distribuindo por toda à área de pesquisa. As classes de Agropecuária, Áreas Urbanas, Solo Exposto e Corpos Hídricos aparecem em pequenas áreas, porém percebe-se o aumento destas em detrimento das Formações Florestal e Savânica. As áreas de Formação Campestre ainda se encontram restritas em porções elevadas do terreno, alto e médio curso da bacia hidrográfica.

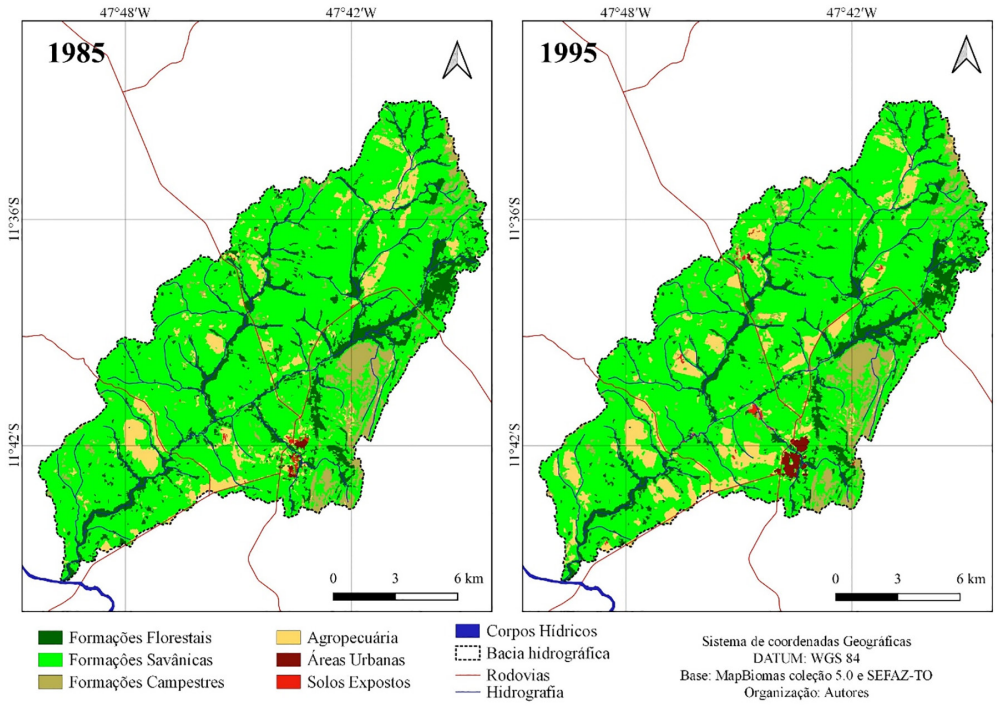


Figura 2. Uso e Ocupação do Solo em 1985 e 1995 na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja

Fonte: Autores (2021)

A figura 3 apresenta os mapas de Uso e Ocupação do Solo dos anos de 2005 e 2015 da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja.

No ano de 2005 percebe-se que houve significativas mudanças na cobertura vegetal natural, com a significativa redução das Formações Florestal e Savânica, principalmente pelo aumento da Agropecuária que expandiu no alto curso da bacia hidrográfica. Áreas Urbanas, Solo Exposto e Corpos Hídricos ainda aparecem em pequenas áreas, porém percebe-se o seu aumento contínuo. As áreas de Formação Campestre ainda se encontram restritas em porções elevadas do terreno, alto e médio curso da bacia hidrográfica.

No ano de 2015 também, percebe-se uma acentuada mudança na cobertura vegetal natural, com a significativa redução da Formação Savânica, principalmente pelo aumento da Agropecuária que expandiu no médio e alto curso da bacia hidrográfica. Áreas Urbanas, Solo Exposto e Corpos Hídricos ainda aparecem em pequenas áreas, porém percebe-se o seu aumento contínuo. As áreas de Formação Campestre ainda se encontram restritas em porções elevadas do terreno, alto e médio curso da bacia hidrográfica e a Formação Florestal se manteve.

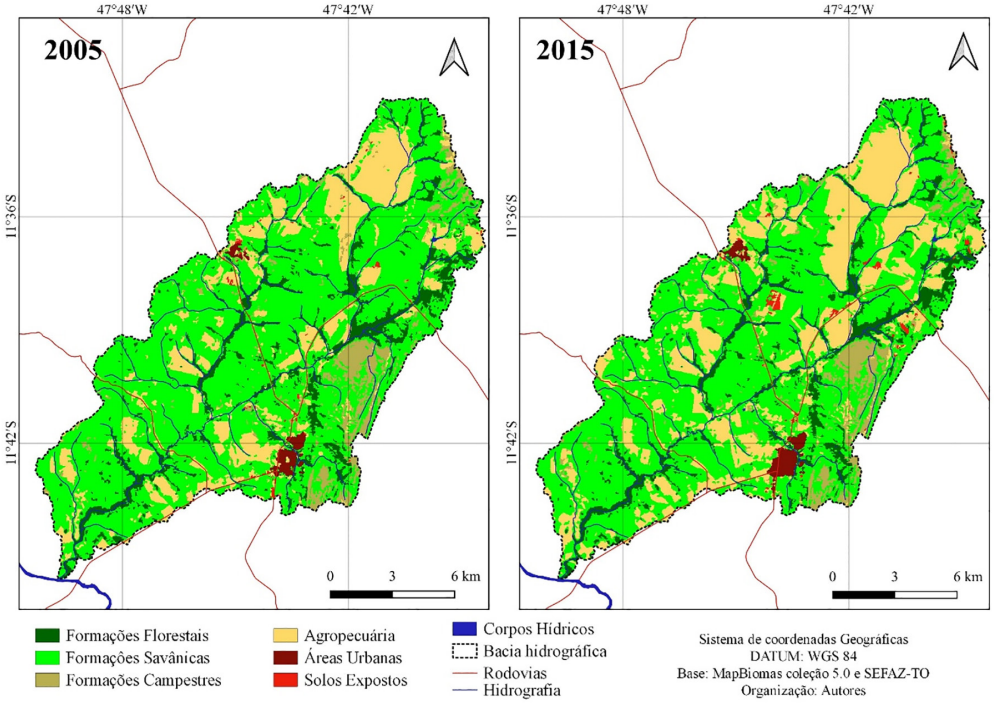


Figura 3. Uso e Ocupação do Solo em 2005 e 2015 na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja
Fonte: Autores (2021)

A figura 4 apresenta o mapa de Uso e Ocupação do Solo no ano de 2019 da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja.

No ano de 2019 também continua à acentuada mudança na cobertura vegetal natural, com redução da Formação Savânica, ainda associada a expansão da Agropecuária, em praticamente todos os setores da bacia hidrográfica. Da mesma forma, as Áreas Urbanas, Solo Exposto e Corpos Hídricos ainda apresentam um aumento contínuo. As áreas de Formação Campestre ainda se encontram restritas em porções elevadas do terreno, alto e médio curso da bacia hidrográfica e a Formação Florestal praticamente se manteve.

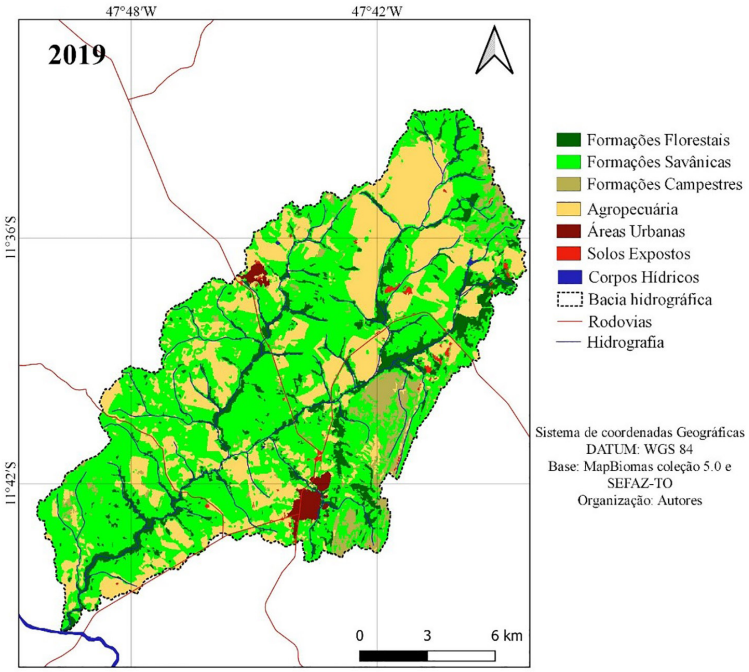


Figura 4: Uso e Ocupação do Solo em 2019 na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja

Fonte: Autores (2021)

O quadro 1 apresenta a distribuição e abrangência das classes de Uso e Ocupação do Solo no período analisado.

Quadro 1: Distribuição das classes de Uso e Ocupação do Solo, 1985 a 2019

Classes	1985		1995		2005		2015		2019	
	Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%
Florestal	30,18	12,07	27,01	10,80	24,78	9,91	24,13	9,65	24,07	9,63
Savânica	186,81	74,72	180,91	72,36	162,55	65,02	145,32	58,13	136,39	54,56
Campestre	13,75	5,50	14,73	5,89	14,23	5,69	13,84	5,54	13,27	5,31
Agropecuária	18,25	7,30	23,97	9,59	44,53	17,81	60,24	24,10	69,18	27,67
Urbano	0,44	0,18	2,51	1,00	3,07	1,23	3,84	1,54	3,97	1,59
Solo Exposto	0,57	0,23	0,85	0,34	0,72	0,29	2,41	0,96	2,86	1,14
C. Hídricos		0,00	0,02	0,01	0,12	0,05	0,22	0,09	0,26	0,10
Total	250	100	250	100	250	100	250	100	250	100

Fonte: Autores (2021)

No quadro 2 apresenta uma comparação dos anos de 1985 a 2019, demostrando uma relação direta entre a redução da cobertura vegetal natural e o aumento das atividades humanas na área de estudo.

Quadro 2: Comparativo de Uso e Ocupação do Solo - 1985 a 2019

Classes	Comparativo 1985 a 2019 (km^2)	
Florestal	- 6,11	Cobertura vegetal natural Redução de 57,01
Savânica	- 50,42	
Campestre	- 0,48	
Agropecuária	+ 50,93	Atividades Humanas Aumento de 57,01
Urbano	+ 3,53	
Solo Exposto	+ 2,29	
C. Hídricos	+ 0,26	

Fonte: Autores (2021)

De modo geral, destaca algumas características dos tipos de Uso e Ocupação do Solo identificados na área de estudo.

Neste sentido, a cobertura vegetal natural na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja apresentou significativas transformações que influenciaram na sua diminuição e, em especial, a Formação Savânica, pois foi a que mais sofreu redução no período de análise. Enquanto a Agropecuária foi a atividade que mais expandiu nesse intervalo de tempo.

Assim a Formação Florestal esta espacializada em áreas de Matas Ciliares, Matas Galerias e Áreas de Encosta, ou seja, a sua diminuição afeta diretamente os canais de drenagem, e podem comprometer a qualidade hídrica da bacia hidrográfica em questão.

A Formação Campestre é a classe mais estável, ou seja, teve algumas alterações em termos de abrangência de áreas, mas não houve modificações significativas como aconteceu na Formação Florestal e Savânica.

O Solo exposto, Áreas Urbanas e Corpos Hídricos são as menores classes em termo de área, porém ao longo do período analisado, apresentaram um crescimento contínuo.

Para finalizar, pode-se observar na figura 5 (A, B, C, D, E, F) alguns aspectos de Uso e Ocupação do Solo que contribuem para a descaracterização da cobertura vegetal natural na bacia hidrográfica em questão.

Assim, a foto A representa a formações Florestais (Mata Ciliar e Galeria). A foto B representam a presença de atividade de mineração (Calcário) localizada no morro. A foto C demostra a atividade de mineração (Ouro) próximo Área Urbana de Chapada da Natividade. Na foto D representa a Formação Savânica (Cerrado Campo Sujo). A foto E indica a presença de atividade pecuaristas, (Criação de Gado). A foto F representa a prática de atividades agrícolas (Soja, Milho, Milheto ou Sorgo).

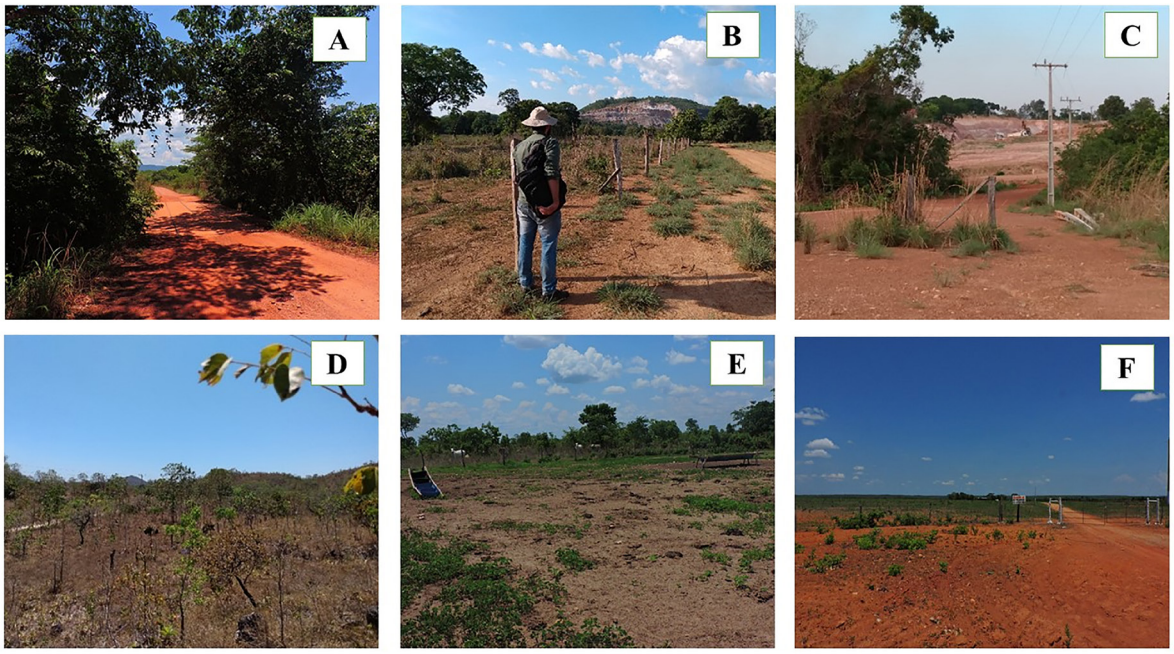


Figura 5. Aspectos de Usos na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja
Fonte: Autores (2019)

4. Considerações Finais

A presente análise do Uso e Ocupação do Solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja demonstrou uma relação direta entre a redução da cobertura vegetal natural e as atividades humanas, pois enquanto estas estão em processo de evolução continua, as Formações Florestal e Savânica foram reduzidas representando a principal transformação ambiental da área.

De maneira geral os resultados podem subsidiar os órgãos de planejamento territorial dos municípios na tomada de decisões que busquem a melhoria entre os aspectos de Uso e Ocupação do Solo e conservação ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja.

5. Referências

ALMEIDA, D. N. O.; OLIVEIRA, L. M. M.; CANDEIAS, A. L. B.; ULISSES ALENCAR BEZERRA, U. A.; LEITE, A. C. S. Uso e cobertura do solo utilizando geoprocessamento em municípios do Agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.4, n.1. 058-068, 2018

BORGES, M.H.; PFEIFER, R.M.; DEMATTÊ, J.A.M. Evolução e mapeamento do uso da terra, através de imagens aerofotogramétricas e orbitais em Santa Bárbara d›Oeste (SP). **Sci. Agric., Piracicaba,** 50 (3): 365 – 371 out./dez., 1993

COSTA, D. P.; SANTOS, J. J.; CHAVES, J. M.; ROCHA, W. J. S. A. F.; VASCONCELOS, R. N. Novas tecnologias e sensoriamento remoto: aplicação de uma oficina didática para a disseminação das potencialidades dos produtos e ferramentas do Mapbiomas. **Sustainability, Agri, Food and Environmental Research**, 6(3), 2018

GANEM, K. A.; BAPTISTA, G. M. M.; ROCHA, W. J. S. A. F.; VASCONCELLOS, R. N.; ROSA, M. R.; SOUZA, D. T. M. Comparação entre dados com e sem correção atmosférica na classificação da cobertura da terra de uma área da Caatinga utilizando o Google Earth Engine. **Revista Brasileira de Cartografia**, 2017.

GONÇALVES, V. P.; RIBEIRO, E. A. W.; Obtenção de série histórica da evolução da classe Floresta Plantada a partir dos dados de uso e cobertura do solo da Coleção 5 do projeto Mapbiomas. **Revista Metodologias e Aprendizado**, Vol.1, 2021

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE-cidades. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/panorama> Acessado em 12 de março de 2021.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.4, n.12, p. 90-106, dez. 2012.

MAPBIOMAS BRASIL – Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil. Disponível em <https://Mapbiomas.org/ >Acessado em 09 de março de 2021.

ROSS, J. L. S. geomorfologia aplicada aos EIAS-RIMAS. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de janeiro: Bertrand Brasil, 1966. 372p.

ANÁLISE DE PARÂMETROS BIOFÍSICOS ESTIMADOS PELO ALGORITMO SEBAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARECICA

YASMIN DE FRANÇA COSTA PIMENTEL
THYAGO ANTHONY SOARES DE LIMA

Resumo
A Paisagem Urbana do litoral nordestino do Brasil possui uma alta diversidade. Chama-se a atenção para investigação dessas áreas quanto ao uso e as modificações da cobertura do solo, pois essas transformações modificam a dinâmica do saldo de radiação (Rn) à superfície. Nesse sentido, a pesquisa analisou os parâmetros biofísicos estimados pelo algoritmo SEBAL na Bacia Hidrográfica do Rio Jacarecica da cidade de Maceió, Brasil. A primeira etapa consistiu em comparar o Rn estimado pelo SEBAL com os dados medidos nas estações meteorológicas automática A303 (SISDAGRO) e estação convencional 82994 (SISDAGRO), e em seguida analisar os parâmetros biofísicos relacionados à cobertura do solo. Foram usadas imagens do sensor TM Landsat 5 e OLI Landsat 8 entre os anos de 1995 a 2020. Os parâmetros estatísticos adotados na pesquisa apresentaram resultados satisfatórios. Foram encontrados coeficiente de correlação linear de Person na ordem de 0,998 de Rninst e 0,998 de Rn24h na A303, e de 0,999 de Rninst e 0,999 de Rn24h na 82994. O coeficiente de Willmott foi maior que 0,9 entre os valores medidos e estimados pelo modelo. O estudo revelou a acurácia e aplicabilidade do Algoritmo SEBAL para análises deste tipo.

Palavras-Chave: Saldo de radiação; Sebal; Maceió; Bacia hidrográfica do Rio Jacarecica.

Abstract
The Urban Landscape of the northeastern coast of Brazil has a high biodiversity. Attention is drawn to the investigation of these areas regarding the use and modifications of soil cover, as these changes modify the dynamics of the radiation balance (Rn) at the surface. In this sense, this research analyzed the biophysical parameters estimated by the SEBAL algorithm in the Jacarecica River Basin of the city of Maceió, Brazil. The first step consisted of comparing the Rn estimated by SEBAL with the data measured in the automatic weather station A303 (SIDAGRO) and conventional station 82994 (SIDAGRO), and then analyzing the biophysical parameters related to the land cover. Images from the TM Landsat 5 and OLI Landsat 8 sensors were captured between 1995 and 2020. The statistical parameters adopted in the survey showed satisfactory results. Person's linear correlation coefficient was found in the order of 0.998 from Rninst and 0.998 from Rn24h in A303, and from 0.999 of Rninst and 0.999 of Rn24h in 82994. Willmott's coefficient was greater than 0.9 between the values measured and estimated by the model. The study revealed the accuracy and applicability of the SEBAL Algorithm for analysis of this type.

Keywords: Balance of Radiation; Sebal; Maceió; Hydrographic basin of the River Jacarecica.

1. Introdução

O sensoriamento remoto constitui uma ferramenta eficaz para o monitoramento da superfície terrestre, seja em áreas urbanas, vegetadas ou agrícolas. Um dos mais destacados algoritmos do sensoriamento remoto é o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) e tem sido aplicado em diferentes áreas de estudo.

O SEBAL é um algoritmo que utiliza imagens orbitais e dados de superfície para estimar o Rn e os fluxos de energia, tem grande vantagem em proporcionar o balanço de radiação de maneira econômica e com boa precisão, além de fornecer uma avaliação espacial e temporal dos parâmetros biofísicos (LIMA, 2020).

Estes dados são conhecidos como indicadores espectrais de detecção remota, e podem ser utilizados para monitorar diversas características ambientais de uma região, a depender dos objetivos da pesquisa (ALLEN, 2002). Porém, os valores expressos por estes índices apresentam algumas limitações (XUE; SU, 2017).

A bacia hidrográfica (BH) do Rio Jacarecica possui uma paisagem diversificada, sendo uma área importante para cidade, uma vez que faz parte de uma nova expensão urbana da cidade de Maceió. A coexistência da ocupação urbana, de florestas, relevo, áreas alargáveis e plantações chamam atenção para a investigação nessas localidades quanto às mudanças na cobertura e uso do solo.

As transformações decorrentes do uso do solo modificam a distribuição do saldo de radiação (Rn) à superfície, o mesmo exerce um papel importante nos processos dos fluxos de energia, atuando como modelador das condições do tempo e clima, e seu conhecimento possibilita estimar as perdas de água em superfícies vegetadas, sendo eficaz no planejamento e manejo de atividades agrícolas e ambientais.

Além do conhecimento do Rn, a avaliação dos índices de vegetação (NDVI, SAVI e LAI) contribui para uma análise temporal e espacial das transformações na cobertura do solo decorrente de ações antrópicas ou naturais. Esses índices fornecem informações do vigor da vegetação, pois o aumento/diminuição da biomassa influencia na distribuição nos fluxos de energia.

E ainda, contribuem na avaliação do albedo e da temperatura da superfície, parâmetros importantes na avaliação dos componentes do balanço de radiação. Geralmente, as medições do Rn são feitas em Estações meteorológicas ou micrometeorológicas, porém essas medições não representam a variabilidade espacial da área a ser estudada, sendo realizada em uma área restrita e pontual.

O objetivo desta pesquisa é analisar as variações dos indicadores espectrais de através de imagens dos satélites Landsat 8 e Landsat 5, em um período de 25 anos, na bacia hidrográfica do Rio Jacarecica, em Maceió, Brasil.. Estimando o saldo de radiação (instantâneo e 24 horas) do ano de 2020 e dos ultimos 25 anos além do albedo, temperatura e índices de vegetação (NDVI, SAVI e LAI) pelo algoritmo SEBAL (25 anos); Comparando o saldo de radiação estimado pelo algoritmo SEBAL com dados de superfície medidos nas estações meteorológicas A303 e 82994 ; Analisando os parâmetros biofísicos estimados pelo algoritmo SEBAL.

2. Metodologia

Este estudo é uma pesquisa do tipo básica e exploratória de abordagem quantitativa.

2.1 Local da pesquisa

A Bacia do Rio Jacarecica (Figura 1), possui uma área é de aproximadamente 25,65 km^2 e

seu canal principal possui cerca de 13 km de extensão, sendo que suas nascentes são situadas próximas ao conjunto residencial Henrique Equelman e sua foz, na praia de Jacarecica. Dos 49 bairros delimitados na cidade de Maceió, 6 deles pertencem a área de estudo, são eles: Jacarecica, São Jorge, Barro Duro, Serraria, Antares e Benedito Bentes (LIMA et al.,2020).

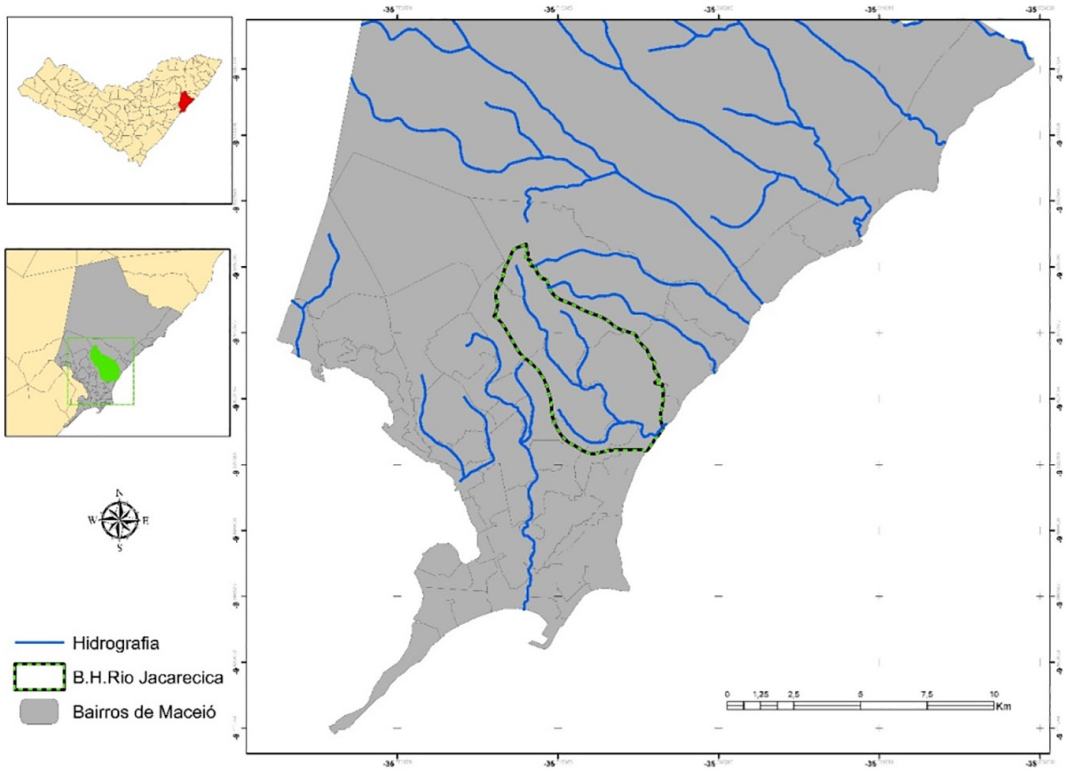


Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Jacarecica.

Fonte: Autoria própria.

2.1 Procedimentos metodológicos

Para esta pesquisa foram utilizadas seis imagens orbitais captadas por sensores instalados em satélites Landsat, todas disponibilizadas pela United States Geological Survey (USGS), agência científica norte americana criada para monitorar interações naturais e humanas com o planeta terra, e prover informações relevantes para a tomada de decisões científicas (USGS, 2020).

Foram levantadas características referentes a bacia hidrográfica do Rio Jacarecica, no período de 1995 a 2020, através da obtenção de dados primários que foram trabalhados através do algoritmo SEBAL aplicados a Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

O SEBAL foi projetado para simular fluxos de superfície, incorporando variáveis derivadas de deteção remota e um mínimo de dados de campo. O SEBAL obtém a ETr através de uma série de cálculos que geram: saldo de radiação (Rn), fluxo de calor no solo (G) e fluxo de calor sensível (H). O fluxo de calor latente (LE), que é a energia utilizada para converter a água líquida em vapor (evapotranspiração) é obtida como residual da equação do balanço de energia. Geralmente essa estimativa se baseia na teoria do balanço de energia, onde a ETr é obtida como resíduo da Equação: (BASTIAANSSEN et al., 1998; BASTIAANSSEN, 2000).

$$LE = Rn - G - H \quad (1)$$

O procedimento passa pelo cálculo do fluxo de calor latente (LE) que é obtido como produto da subtração entre o saldo de radiação (Rn), fluxo de calor no solo (G), e o fluxo de calor sensível (H).

Todo o processo descrito foi construído em scripts e rotinas e processado em linguagem Python, para os dois satélites Landsat 5, Lansat 8, com o objetivo de agilizar e facilitar o processamento dos dados e das imagens, consequentemente, favorecendo a uma maior acurácia no processo.

Para validação dos resultados obtidos no estudo, comparou-se os resultados de Saldo de radiação (Rn), obtidos pelo SEBAL com dados obtidos em duas estações meteorológicas em Maceió, A303 e 82994, com os parâmetros estatísticos: O Erro Médio Absoluto (EMA), Erro Médio Percentual (EMP), a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM), o coeficiente linear de Pearson (r) e o coeficiente de Willmott (d), e O índice de confiança (c).

3. Resultados e Discussão

Texto, Assim, aplicaram-se os índices na área de estudo, e os maiores valores dos índices de vegetação ocorreram na estação chuvosa em áreas com maior biomassa sobre a superfície terrestre. Esse parâmetro é um indicador sensível à quantidade e condição da vegetação verde sobre a superfície (ESTEVES et al., 2012).

Em média, para 2020, o NDVI foi de 0,5 na estação seca e 0,6 na chuvosa, o SAVI foi de 0,4 na estação seca e 0,5 na chuvosa, e o LAI foi de 0,7 na seca e 1,6 na chuvosa. Os valores negativos foram encontrados em áreas de corpos d'água, sobre a superfície da Bacia em estudo.

Os resultados do NDVI, SAVI e LAI da bacia hidrográfica do Rio Jacarecica foram calculados para cada uma das seis imagens analisadas. Em todas as imagens verificou-se que os pixels com menores valores de NDVI estão concentrados principalmente na extremidade norte da região.

Em contrapartida, a porção cento leste das imagens é marcada por tonalidades de verde que indicam maiores valores de NDVI. Observa-se também que os valores de SAVI variaram periodicamente, e que seus resultados seguem basicamente as mesmas interpretações observadas na análise do NDVI: áreas com maiores valores de SAVI estão localizadas na porção centro leste da bacia, e os menores valores de SAVI encontram-se espacialmente ao norte da mesma, justamente na porção de descarga da macrodrenagem do tabuleiro.

Assim como verificado no NDVI e no SAVI, o LAI apresentou seus maiores valores na região central e leste do local. Estas áreas, possuem mais folhas fotossintéticamente ativas ocupando a superfície do solo, quando comparadas à região norte da bacia do Jacarecica.

A mata ciliar apresentou os maiores valores dos índices de vegetação, e as áreas de vegetação rala, agricultura e gramas: os menores. O NDVI da mata ciliar praticamente não se alterou entre as estações seca e chuvosa. Porém o SAVI apresenta oscilações, com aumento nos valores dos índices na estação chuvosa.

Na Bacia do Jacarecica, as áreas ocupadas por matas ciliares apresentaram valores de LAI entre 1,5 e 4 m^2/m^2. Os valores nas áreas agrícolas variaram entre 1,2 e 2,4 m^2/m^2, a vegetação secundária variou de 0,5 a 1,5 m^2/m^2, e nas áreas ocupadas por corpos hídricos os valores de LAI foram equivalentes a zero.

Em média, os maiores valores de LAI foram encontrados na estação chuvosa (1,24 m^2/m^2), e os menores valores apareceram na estação seca (0,61 m^2/m^2).

A avaliação da cobertura do solo por meio dos índices de vegetação são importantes para o cômputo do Rn. Na região em estudo, os valores mais elevados de Rn foram registrados em áreas com baixo albedo, cujas áreas eram caracterizadas por corpos d'água e vegetação, evidenciando a influência da cobertura do solo no balanço de radiação à superfície.

Os maiores valores de albedo foram encontrados em áreas com pouca vegetação ou solo exposto, ao passo em que as áreas com corpos d'água apresentaram albedo próximo de zero na estação seca. Elevados valores de albedo estão associados a superfícies suaves e secas, enquanto que menores valores de albedo estão associados a superfícies rugosas, e úmidas.

As áreas ocupadas por pixels com maiores valores de albedo variam conforme os anos passam. Com isto infere-se que as variações identificadas indicam que a região de estudo passa por processos de estresse radiativo como urbanização, aumento nas taxas de poluição, entre outros (LEE et al., 2018).

Os maiores valores de temperatura da superfície (TS) ocorreram na estação seca, especialmente nas áreas com pouca vegetação, ou solo exposto. Em contrapartida, os menores valores de TS ocorreram em corpos d'água e em áreas de mata ciliar, para ambas as bacias.

Os valores correspondentes às temperaturas da superfície na bacia do Rio Jacarecica variaram em 21,5 °C com mínima de 16,1 °C em 2010 e máxima de 37,6 °C em 2020.

Destaca-se que as regiões com os maiores valores de NDVI, apresentaram as menores temperaturas, o que confirma a relação inversamente proporcional entre estes dois fatores explicada por Cruz (2019). Da mesma forma, as regiões com menores taxas de NDVI apresentaram as temperaturas mais elevadas.

Verificou-se que, houve um acréscimo no valor médio de temperatura superficial quando se comparou o primeiro e o último ano de estudo. Esta variação pode influenciar negativamente o conforto térmico da região da bacia, assim como ser nociva à manutenção dos processos biológicos e à qualidade de vida de comunidades locais (MACHADO et al., 2019).

A seguir estão apresentados o saldo de radiação instantânea (Rninst) e o saldo de radiação 24 horas (Rn24h) medidos nas estações meteorológicas A303 e 82994, assim como os valores estimados para os mesmos dados pelo SEBAL (Figura 2).

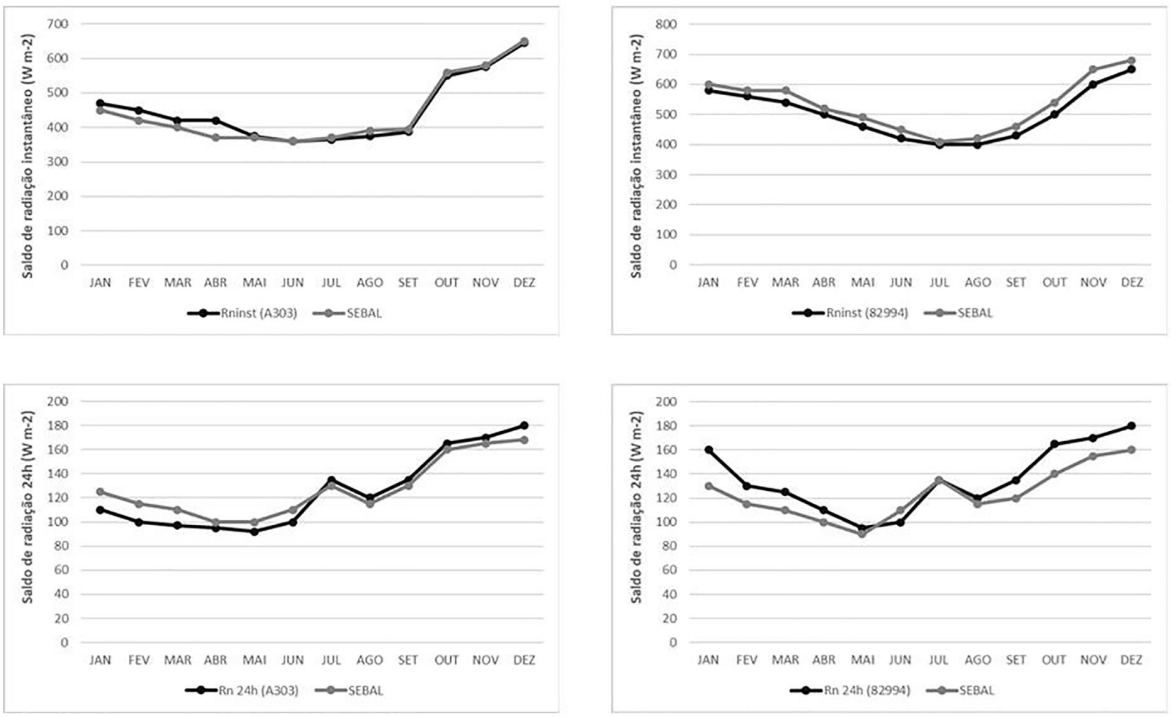


Figura 2: Comparativo entre os saldos de Rninst e Rn24h medidos nas estações meteorológicas e os saldos calculados pelo SEBAL.

Fonte: Autoria própria e Weather Spark (2021).

Verificou-se que, em geral, os valores de Rn24h estimados pelo SEBAL foram menores que os medidos nas estações. Já para os valores de Rninst estimados pelo SEBAL, obtiveram-se resultados bastante semelhantes aos que foram medidos nas estações meteorológicas.

Durante a análise realizada constatou-se que os menores valores verificados para o saldo de radiação instantâneo, e para o saldo de radiação 24 horas ocorreram no período seco, para ambas as estações meteorológicas.

Para a bacia hidrográfica do Jacarecica, o Rninst variou entre 385 e 650 , e o Rn24h variou de 90 a 200 . As estimativas realizadas pelo algoritmo SEBAL apresentaram boa correlação com os dados medidos nas estações meteorológicas validando o estudo para a área da bacia do Rio Jacarecica.

A fim de ampliar o conhecimento acerca dos níveis de confiança dos dados calculados foram verificados: o Coeficiente de Pearson (r), o Coeficiente de Willmott (d), o Índice de confiança (c), o Erro Médio Absoluto (EMA), o Erro Médio Percentual (EMP), e a Raiz do Erro Médio quadrático para Rninst e Rn24h em áreas das estações meteorológicas estudadas.

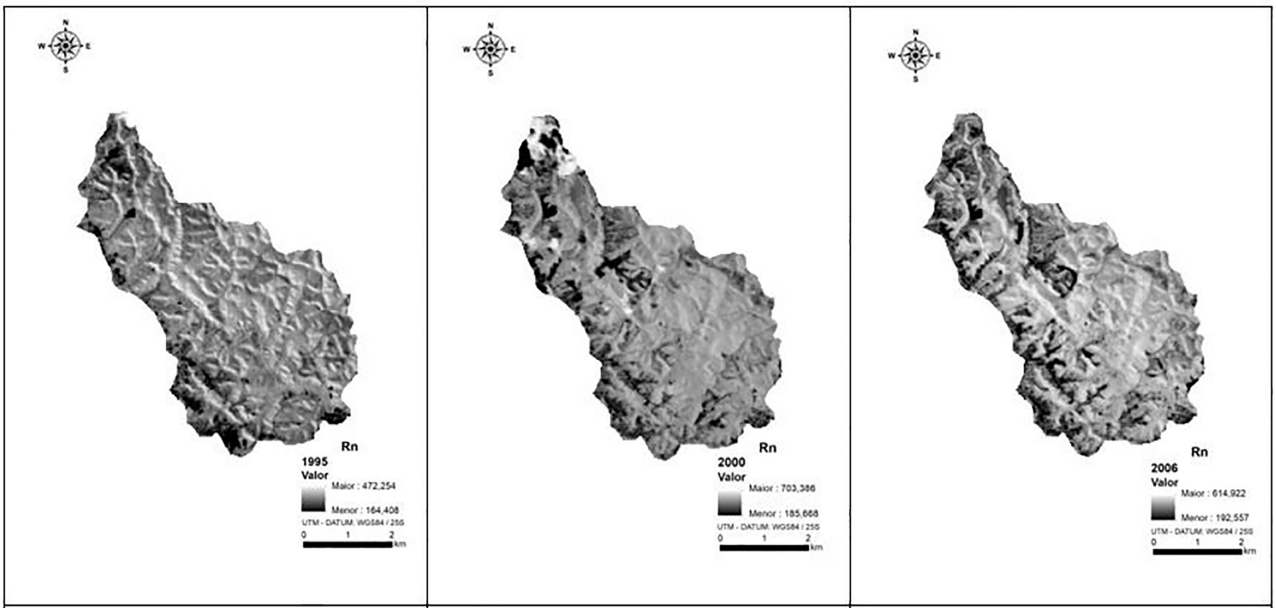
Ao analisar a bacia do Jacarecica, obteve-se a correlação linear de Person (r) com valores de 0,998 na estação A303, e de 0,999 na estação 82994; e foram obtidos resultados de Rinst equivalentes a 0,998 e 0,999 para as estações A303 e 82994, respectivamente.

Em seguida, o coeficiente de Willmott (d) comprovou a eficiência das estimativas ao apresentar um índice de confiança (c) considerado ótimo (CAMARGO; SENTELHAS, 1997).

Para o Rninst foram encontrados valores de Erro Absoluto Médio (EMA) equivalentes a 6,99 e 4,32 , nas estações A303 e 82994, respectivamente. Já com a análise do Erro Médio Percentual (EMP), verificaram-se valores de 2% na estação A303, e de 1,89% na estação 82994. A Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) da estação A303 foi de 9,99 , e de 6,77 na 82994.

Quando repetidos estes procedimentos para o Rn24h, foram encontrados valores de EMA de 5,55 na A303, e de 10,87 na estação 82994. O Erro Médio Percentual calculado foi de 5,01 % e de 8,10 %, para as estações meteorológicas A303 e 82994, respectivamente. A Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) da estação A303 foi de 7,60 , e de 16,00 na estação de número 82994.

Com a adequada estimativa de Rninst e Rn24h pelo algoritmo SEBAL foi possível avaliar as mudanças espaciais e sazonais nas áreas de estudo. As áreas em tons de cores mais escuras apresentam os menores valores de Rn, enquanto as áreas em tons mais claros apresentam os maiores valores (Figura 3).



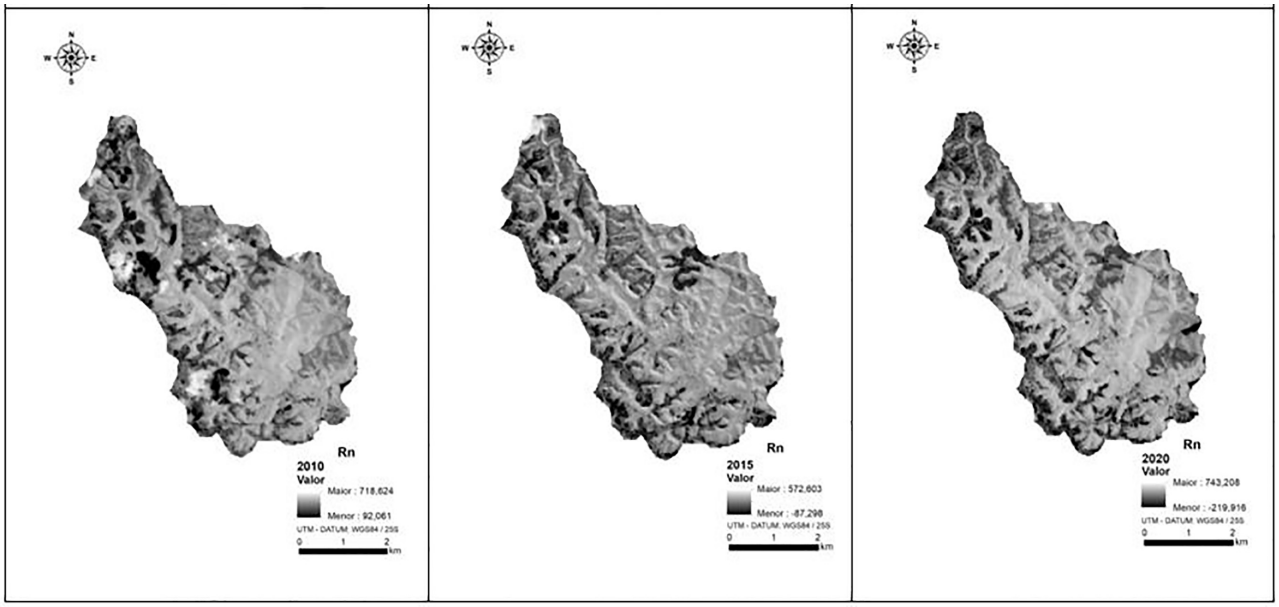


Figura 3: Mapas de Rn para a Bacia Hidrográfica do Rio Jacarecica.

Fonte: Autoria própria.

Desta forma, constatou-se que foi vantajosa a utilização de imagens orbitais e do SEBAL para a estimativa do Rn em escala espacial e temporal. Embora, este método ficou limitado à disponibilidade e à ausência de nuvens das imagens captadas pelos sensores TM para o satélite Landsat 5, e do sensor OLI para o satélite Landsat 8.

4. Considerações Finais

O algoritmo SEBAL apresentou estimativas ótimas de acordo com os parâmetros estatísticos adotados no estudo, e valores semelhantes aos medidos nas estações meteorológicas locais.

Os maiores resultados de Rninst e Rn24h foram verificados em áreas por matas ciliares. Já o albedo obteve valores maiores em áreas ocupadas com menor incidência de vegetação.

Os índices de vegetação (NDVI, SAVI e LAI) indicaram mudanças na cobertura do solo entre a estação seca e chuvosa. Nas áreas de uso sazonal foram encontrados valores de NDVI menores que 0,3 na estação seca, muito próximo do que é característico de solos expostos.

O SAVI teve variação semelhante ao NDVI nas áreas de vegetação esparsa, e diferente em áreas de mata ciliar. Porém, foi possível identificar diferenças no LAI das áreas de selecionadas para o estudo.

A temperatura da superfície foi maior nas áreas antropizadas, e menor em áreas com presença de vegetação natural. Especialmente na estação chuvosa, em que o aumento da biomassa às margens dos corpos hídricos e em toda a extensão da bacia hidrográfica em estudo, ocasionou em valores de temperatura menores em relação à vegetação secundária.

O estudo revelou a aplicabilidade do Algoritmo SEBAL nas bacias, portanto uma técnica que pode ser usada nos estudos microclimáticos.

5. Referências

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R;. WATERS, R.; BASTIAANSSEN, W. **Surface Energy Balance Algorithms for Land**: advanced training and user's manual, Idaho implementation, version 1.0. Idaho University, 2002. 98p.

BASTIAANSSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A.; HOLTSLAG, A. M. M. A **remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL):** Part 1 formulation. Journal of Hydrology, v. 212–213, p. 198–212, dez. 1998. (doi:10.1016/S0022-1694(98)00253-4).

BASTIAANSSEN, W. G. M. **SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin**, Turkey. Journal of Hydrology, v. 229, p. 87-100, 2000. (doi:10.1016/S0022-1694(99)00202-4).

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.89-97, 1997. (ISSN:0104-1347).

CRUZ, G. C. F. A correlação entre vegetação e temperatura de superfície terrestre em Ponta Grossa-PR. In: Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade, n. VIII, 2019, Três Rios. **Anais**... Três Rios: UFRRJ, 2019. p. 1-8.

ESTEVES, B.S.; SOUSA, E.F; LOUSADA, L.L.; MENDONÇA, J. C; MUNIZ, R.A,; SILVA, R.M. Variações do albedo, NDVI e SAVI durante um ciclo da cana-de-açúcar no Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.7, n.4, p.663-670, 2012. (doi: 10.5039/agraria.v7i4a1597).

LEE, S.; LEE, K.; KIM, B.; ZO, L.; JUNG, H.; RIM, S. Retrieval Algorithm for Broadband Albedo at the Top of the Atmosphere. Asia-Pac. **J. Atmos. Sci**., v. 54, n. 2, p. 165-178, maio. 2018. (doi: 10.1007/s13143-018-0001-7).

LIMA, T.A:S. ; BARBOSA, A.P.; SILVA, D:V:; **Caracterização da vulnerabilidade erosiva do solo na bacia hidrográfica do Rio Jacarecica, no Município de Maceió** -al; III GIS Day & I Simpósio de Geotecnologias do Nordeste 2020; Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2020

LIMA, T. A. S. **Caracterização hidrogeológica e uso da água de um sector das areias, arenitos e cascalheiras do litoral do Baixo Alentejo**. 203 f. Dissertação - Universidade do Algarve, Instituto Superior de Engenharia, Faro, 2020.

MACHADO, F. S.; MOURA, A. S.; MARIANO, R. F.; FONTES, M. A. L. Influência da Temperatura e Umidade Relativa sobre Pequenos Mamíferos em Fitofisionomias de Elevada Altitude no Sudeste Brasileiro. **Rev. Bras. Zoociências**, v. 20, n. 1, p. 1-14, ago. 2019. (doi: 10.34019/2596-3325.2019.v20.24789).

SISDAGRO - SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO NA AGROPECUÁRIA. **Balanço Hídrico Sequencial**. 2020. Disponível em: http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs. Acesso em: 07 nov. 2020.

USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Who we are**. 2020. Disponível em: https://www.usgs.gov/about/about-us/who-we-are. Acesso em: 01 dez. 2020.

WEATHER SPARK. **O clima típico de qualquer lugar da Terra**. 2021. Disponível em: https://pt.weatherspark.com/. Acesso em: 27 jan. 2021.

XUE, R.; SU, B. Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of Developments and Applications. **Journal of Sensors**, v. 2017, p. 1–17, 2017. (doi:10.1155/2017/1353691).

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA DO RIO CAXITORÉ - CE

Marília de Fátima Barros Damasceno
Marta Celina Linhares Sales
Lucia Maria Silveira Mendes

Resumo
As atividades e as formas das ocupações humanas pode influir no estado da conservação do meio natural, e por sua vez, o mesmo origina consequências como a qualidade nas condições das atividades socioeconômicas. O estudo nesta perspectiva realizou-se na sub-bacia do rio Caxitoré, localizada na porção centro-norte do estado do Ceará. Esta área abrange um núcleo de susceptibilidade à desertificação, e com está perspectiva de análise tem-se uma contribuição para compreender as relações naturais e socioeconômicas rurais. Tem-se como objetivo geral identificar dos sistemas ambientais e a análise do uso e ocupação da Sub-bacia do Rio Caxitoré. A metodologia abrange a pesquisa bibliográfica e documental, as técnicas do geoprocessamento e a checagem de campo. E verificou-se como resultados, que as atividades socioeconômicas se diferenciam, de acordo, com os tipos de sistemas ambientais (sertão e serra) ocupados pela população, presença de diferentes tipos de propriedades na área de estudo como de médio e grande porte, assentamentos e minifúndios e uma maior concentração de usos múltiplos no açude Caxitoré.

Palavras-chave: semiárido; meio natural; socioeconômico.

Abstract
The activities and the way that human land occupation can influence the conservation conditions of the natural environment, and in turn, the consequences such as the quality of the socioeconomic activities conditions. In this perspective, this study was carried out in the sub-basin of the Caxorité River, in the north-central area of the state of Ceará. The susceptibility to desertification in this area, and with this perspective of analysis, this study had a contribution to understanding the rural naturals and socio-economic relations. The general objective is to identify of environmental systems and the analysis of the use and occupation in the Caxitoré River Sub-basin. The methodology is based on bibliographic and documentary research, geoprocessing techniques, and field checking. This study has shown that the socioeconomic activities differ according to the types of environment system (arid areas and mountains) occupied by the population, the presence of different types of properties in the area, such as medium or large, settlements and smallholdings and a greater concentration of the multiples uses of the Caxorité weir.

Keywords: semiarid; natural environment; socioeconomic.

1.Introdução

A distribuição da cobertura vegetal está intrinsicamente relacionada as formas de uso e ocupação do meio físico-natural, ao passo que, as relações humanas com o meio natural refletem no estado de conservação dos recursos naturais. E quando, estas ações estão atuando em uma área de semiárido, como o semiárido nordestino, leva-se as questões características com suas devidas particularidades, sejam elas, naturais, sociais e econômicas.

A área de estudo está situada dentro deste contexto do semiárido nordestino brasileiro, inserida em uma bacia hidrográfica de maior porte, a bacia hidrográfica do Rio Curu. A bacia hidrográfica do Curu está localizada no centro-norte do Ceará, drenando uma área de 8.527 km^2, que corresponde a cerca de 6% do território do estado. Além disso, possui o rio Curu como coletor principal. Este rio nasce em uma região montanhosa formada pelas três serras: Céu, Imburana e Lucas. Tem como principais afluentes o rio Canindé, à margem direita, e o rio Caxitoré à margem esquerda (CEARÁ, 2009). No médio curso da bacia hidrográfica do rio Curu está situada a sub-bacia do rio Caxitoré.

A sub-bacia do rio Caxitoré está localizada entre as coordenadas geográficas 4º 0′ 00″ de Latitude (S) e 39º 20′ 00″ Longitude (W), localizada na porção Norte do estado do Ceará, com área aproximada de 1.290 km^2. Sua delimitação topográfica abrange predominantemente partes de seis municípios: Umirim, Pentecoste, Itapajé, Irauçuba, Tejuçuoca e Apuiarés (Figura1). Valendo ressaltar, a importância dos estudos sobre bacias hidrográficas, principalmente, em condições de semiaridez, ao analisar as suas implicações no uso e ocupação da terra por populações em sua maioria, sobretudo rural.

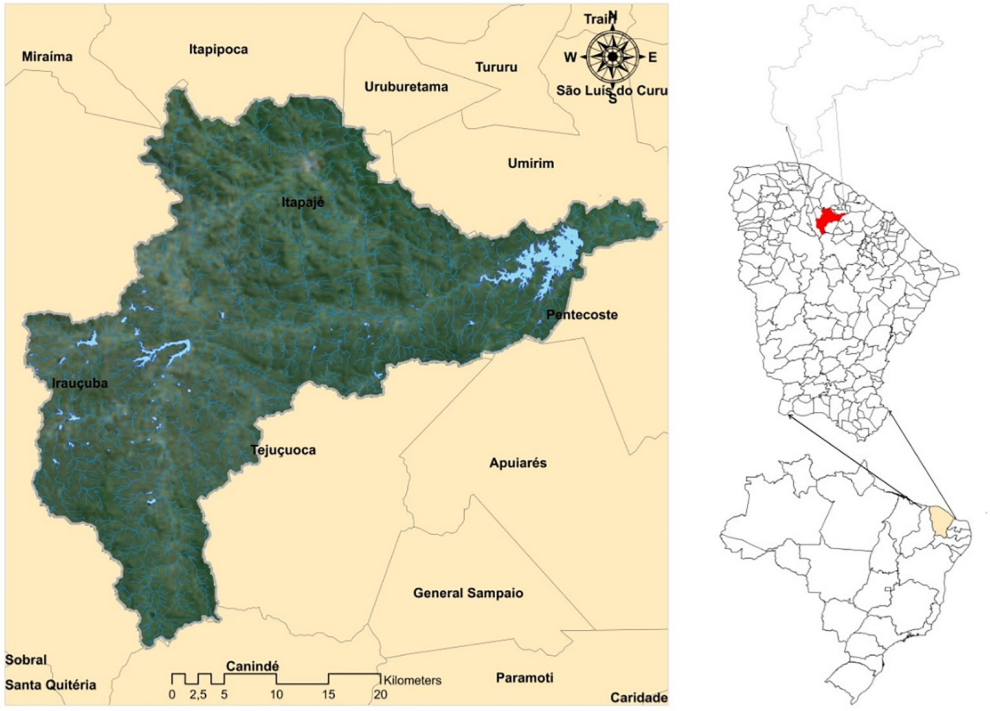


Figura 1: Mapa de Localização da Sub-bacia do Rio Caxitoré.

Fonte: Autora.

Diante disto, tem-se o objetivo geral a definir os sistemas ambientais da Sub-bacia do Rio Caxitoré e a análise do uso e ocupação de suas terras. Para auxiliar na elaboração das respostas, tem-se os objetivos mais específicos como a 1) Delimitar os Sistemas Ambientais da Área de Estudo; e 2)

Verificar os tipos de usos da terra da sub-bacia do rio Caxitoré, considerando a produção econômica rural da área. Para tanto, metodologicamente utilizar-se de pesquisa bibliográfica e documental sobre a temática e área de estudo, geoprocessamento para a elaboração, representação e análise sobre o uso, ocupação da terra e a checagem de campo.

2. Procedimentos metodológicos

A metodologia foi baseada em três etapas como a revisão bibliográfica, na produção cartográfica e levantamento de campo. Para a delimitação dos sistemas ambientais, foram realizados segundo o critério geomorfológico. Souza (2007) considera que com a geomorfologia, a delimitação é mais precisa, por meio dos seus limites do relevo e as feições do modelado. Desta forma, foi elaborado o mapa de Sistemas Ambientais da sub-bacia, com as suas devidas sub-divisões: Os serrotes e cristas foram delimitados pelas curvas de níveis com cotas a partir de 200m, e para a delimitação da serra de Uruburetama foram consideradas as cotas de 300m. Para a planície ribeirinha foi delimitada a partir do *shape* da drenagem da sub-bacia, através do *buffet* com 30m. Esta metragem foi baseada na área de APP de rio, de acordo com a Lei 12.651/12. E finalmente, para os sistemas dos sertões de Itapajé e Apuiarés, sertões de Irauçuba e Tejuçuoca e sertões de Pentecoste e Umirim foram considerados os seus limites municipais.

Foi feita uma caracterização do uso e ocupação da terra usando referências bibliográficas existentes sobre a área da sub-bacia e trabalho de campo. Com os resultados dos levantamentos de campo, foi elaborado a carta-imagem da área com maior concentração de atividades econômicas da área sub-bacia, com localização no açude Caxitoré. Além disso, trabalhou-se com os dados primários sobre as culturas permanente e temporária, e a pecuária dos municípios representativos da área de estudo. Foi utilizado a base de dados do IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará).

3. Os sistemas ambientais da sub-bacia do rio Caxitoré

Os sistemas ambientais são integrados por variados elementos que mantém em relações mútuas representando assim cada sistema como uma unidade de organização do ambiente (SOUZA, 2006). Desta forma a sub-bacia do rio Caxitoré foi dividido em seis sistemas ambientais: 1) Serra de Uruburetama, 2) Sertões de Itapajé e Apuiarés, 3) Sertões de Irauçuba e Tejuçuoca 4) Sertões de Pentecoste e Umirim, 5) Serrotes e 6) Planície Ribeirinha (Figura 2).

Os sertões é o sistema ambiental mais representativo na sub-bacia com cerca de 78% da área. É um sistema onde há superfícies dissecadas e superfícies pediplanadas, apresenta um relevo suavemente ondulado, tendo respectivamente altimetria de 200 m e 150 m, com presença de crista residual na sua porção meridional da sub-bacia. De forma geral, o sistema sertão possui solos rasos, pedregosos com afloramento de rochas, e com embasamento cristalino. Neste sistema tem a predominância da agricultura de subsistência e da pecuária, com o cultivo principal do feijão e milho.

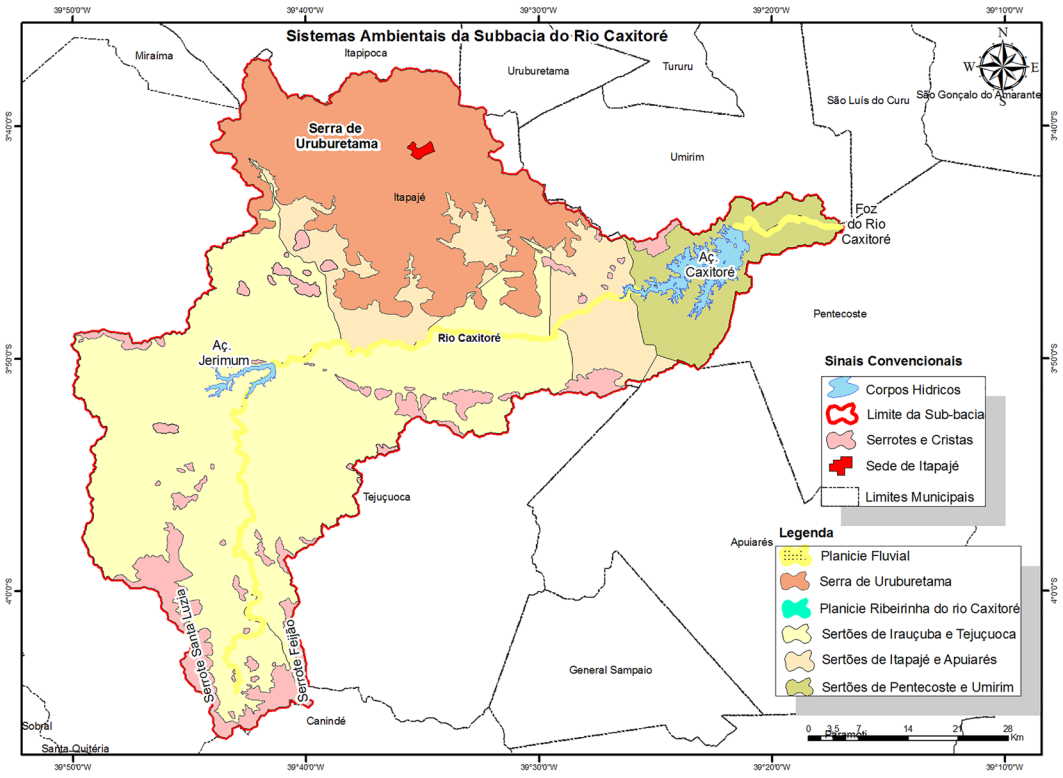


Figura 2: Sistemas ambientais da sub-bacia do rio Caxitoré

Fonte: Autora

Os sertões de Itapajé e Apuiarés possui uma área de aproximadamente 427,35 km^2 e corresponde 25% da sub-bacia. Apresentam o embasado do Cristalino do Complexo Ceará da principalmente da Unidade Canindé seguido da Unidade Independência e Complexo Tamboril-Santa Quitéria. Neste sistema ambiental tem associações de solos como Argilossolos Vermelho-Amarelo, Luvissolos Crômicos e Neossolos Litólicos, e o Planossolos em menor proporção. Possui uma maior dominância da cobertura vegetacional de caatinga fechada.

Sertões de Irauçuba e Tejuçuoca tem uma área 743,53 km^2 com o percentual de 44% da área da sub-bacia. E predominam o Complexo Ceará de Unidade Canindé e Independência com a peculiaridade da presença da Unidade de Granitoides. É uma área que há uma maior parcela das feições de superfície dissecadas da sub-bacia. As associações de solos são de Neossolos Litolico, Luvissolos Crômico, Planossolos Solódico e Argilossolos Vermelhoamarelo, e uma área menor com Vertissolos. Neste sistema ambiental a cobertura de vegetação predominante é Caatinga aberta e fechada.

Os Sertões de Pentecoste e Umirim ocupa uma área de 110,59 km^2 e correspondendo 7% da área da sub-bacia. Predomina o Complexo Ceará de Unidade Canindé e Independência. **É a unidade de nível mais rebaixado da sub-bacia com predominância de área com a variação de 150-1m de altimetria, e áreas menores proporções com faixa de 450-300 m altimétricos. Têm-se associações de maior proporção com presença de** Luvissolos Crômico, seguido de Neossolos Litólicose Argilosolos Vermelho-Amarelo. Neste sistema ambiental está presente em maior proporção a Caatinga densa e arbustiva, com áreas com a presença de solos expostos no município de Irauçuba.

E em meio ao sistema ambiental sertões, está contido o sub-sistema ambiental de "serrotes", que corresponde a unidades com relevo predominante ondulado, ocupando uma área aproximada de 93,07 km^2, corresponde a 5% da sub-bacia. São unidades distribuídas ao longo do sertão do

município de Itapajé, Irauçuba e Tejuçuoca. Com suas restritas elevações completa a paisagem de diversidade no semiárido especializada e inserida nos Sertões de Irauçuba e Tejuçuoca. Neste sub-sistema tem as associações de solos como Nessolos Litólicos, Argissolos Vermelho-Amarelo e Luvissolos Crômico, e coberto pela vegetação da Caatinga. É um sub-sistema ambiental que de forma geral não é utilizado para ocupação.

O sistema serra de Uruburetama representa 18% da área da sub-bacia com uma área 314,62 km^2 considerando o recorte do territorial da área de estudo. É uma área que predomina um relevo de ondulado seguido do revelo montanhoso com picos de altimetria com mais de 900 m. Tem a presença de associações de solos como o Argiloso Vermelho Amarelo e Neossolo Litolico, com afloramento rochosos. E a Cobertura da vegetação é representada principalmente por manchas de mata seca e a caatinga nos sopés da serra.

Este sistema ambiental apresenta a área mais urbanizada da sub-bacia, dentro de seus limites possuindo a sede municipal do município de Itapajé, nesta área tem a estrutura de comércios, restaurantes, pousadas, instituições municipais, estação rodoviária, postos de saúdes dentre outros estabelecimentos. No município, em sua área rural tem como principal prática a agricultura de subsistência pode-se citar como exemplo o cultivo da banana, a qual é cultivada nas margens de rios e área de vertentes.

A planície ribeirinha é representada pelo rio Caxitoré, o qual é o principal da sub-bacia. Este sistema possui uma área aproximada de 11,58 km^2 e representa 1% da total da área da sub-bacia. O perfil longitudinal da sub-bacia possui uma restrita variação em sua altimetria, o nível maior é de 300m localizado na orientação sudeste da sub-bacia, especificamente no serrote Feijão, e chegando à menor que 100m de altimetria.

Este sistema está sobre a unidade litológica como Complexo Canindé com predominância da Unidade Canindé, possui maior proporção de acumulação dos sedimentos aluvial na foz do rio Caxitoré, o qual deságua no rio Curu. Em algumas áreas da planície não apresenta a cobertura da mata ciliar, pois esta vegetação é retirada ou queimada, sobretudo para a prática do plantio. Os solos da sub-bacia, Nessolos Fluvicos, com seu potencial natural são utilizados principalmente para o plantio de culturas de subsistência. Nesta planície ribeirinha quando há uma vazão suficientemente favorável, a população cultiva a cultura de várzea como a banana, e principalmente como o feijão e o milho. Há o uso desta planície para a captação de água através da perfuração de po**ços no leito do rio.**

4. Caracterização do uso e ocupação das terras da sub-bacia do rio Caxitoré

A sub-bacia do rio Caxitoré, na sua porção oeste, está sob a influência do núcleo de desertificação de Irauçuba/Centro-Norte, formado pelos municípios de Irauçuba, Itapajé, Miraíma, Sobral, Santa Quitéria e Canindé, abrangendo, assim, dois dos municípios deste núcleo de desertificação, Irauçuba e Itapajé. Isto incide que uma parcela da área da sub-bacia esta sobre a influência do núcleo de desertificação.

Quanto ao uso do solo, considera-se a agricultura como principal atividade, exercendo mudanças estruturais neste núcleo de desertificação. No município de Irauçuba, nos estabelecimentos agropecuários estão presentes pastagens naturais, e isso demonstra que estas foram desmatadas (CARVALHO *et al*. 2014).

O sistema ambiental de sertões da sub-bacia apresenta a atividade econômica baseada predominantemente na prática da agricultura de subsistência e da pecuária extensiva, com criação de animais de pequeno a médio porte, criação de aves e, em menor proporção, de animais de grande porte, como o caso da criação de bovinos.

Em 506,61 km² (4,67%) da área do município de Irauçuba é realizada a atividade agropecuária (CARVALHO *et al*., 2014). A referida cidade tem uma produção agrícola de cultura permanente, voltada principalmente para o cultivo da banana e castanha de caju, representando uma porção do território 7 ha e 15 há, respectivamente. A cultura temporária é voltada a cultura do milho e feijão, e áreas de 3.448 ha e 3.680 ha são reservadas para os referenciados cultivos. O município de Tejuçuoca tem como cultura permanente principal a banana, com 130 ha, e o cultivo de castanha de caju, com 67 ha. A cultura temporária que se destaca é a do feijão, com 1.822 ha (IPECE, 2014).

No que toca à pecuária, tanto Irauçuba quanto Tejuçuoca têm suas produções voltadas para a criação de aves. Entre galos, frangos e galinhas, Irauçuba possui uma produção de 40.949 animais, seguido de ovinos, com 25.105 animais. A pecuária do município de Tejuçuoca é voltada às aves de pequeno porte, com uma produção de 24.145 animais. Em segundo lugar está a produção de ovinos, com 12.024 animais (IPECE, 2014).

Os distritos de Boa vista do Caxitoré, Juá e Irauçuba, localizados nos sertões de Irauçuba e Tejuçuoca, porção oeste da sub-bacia, têm uma produção agrícola de subsistência de mão de obra familiar, cultivando principalmente as culturas do milho e feijão. Nos sertões, a principal atividade é a pecuária extensiva, principalmente no que diz respeito à criação de pequenos e médios animais, como aves, suínos e caprinos, porém no município de Tejuçuoca, no distrito de Boa Vista do Caxitoré, observou-se a criação de bovinos.

O município de Umirim tem maior área de cultivo destinado à castanha de caju, com 416 ha, seguido do cultivo da banana, com 85 ha. O referido município trabalha com a cultura permanente do mamão, com 750 toneladas por ano. No município de Pentecoste, o principal cultivo é o de coco-baía, com 13.380 toneladas por ano e com área destinada a este cultivo de 1.302 ha (IPECE, 2014).

As áreas destinadas para as culturas temporárias dos dois municípios foram maiores para o cultivo do feijão e milho (com áreas de 1.713 hectares para plantio de feijão em grão e 1.612 hectares para o plantio de milho em grão no município de Umirim, e áreas com 922 hectares para o plantio de feijão e com 875 hectares para o milho no município de Pentecoste). Em relação às culturas temporárias de ambos os municípios, destaca-se a produção da cana de açúcar (Umirim teve uma produção de 966 toneladas, e Pentecoste de 630 toneladas) (IPECE, 2014).

A pecuária dos municípios de Umirim e Pentecoste é baseada na criação de aves. Em Umirim, a criação é, sobretudo, de aves. O referido município tem produtividade de 16.784 galos, frangos, pintos e 5.712 galinhas. A produção pecuária de Pentecoste é baseada principalmente na criação de aves, com produção de 53.458 animais, seguida da criação de ovinos, com 23.437 animais (IPECE, 2014).

O sistema de sertão de Umirim e Pentecoste abrange os distritos de Caxitoré, Umirim, São Joaquim e Pentecoste. Estas localidades estão mais próximas à foz do rio Caxitoré, onde há um maior cultivo de banana, por exemplo. O açude Caxitoré também é utilizado para a pesca artesanal e piscicultura.

Ressalta-se que o açude Caxitoré é um dos reservatórios da bacia hidrográfica do Curu que possuem as melhores terras para o cultivo de lavouras, as quais são cultivadas nas várzeas e em alguns interflúvios; isto ocorre principalmente no período da quadra chuvosa (SOARES, 2002).

A Carta-imagem (Figura 3) mostra os usos no açude Caxitoré, que está localizado entre os municípios de Umirim e Pentecoste. Tem-se uma representação dos tipos de uso, como para a pesca artesanal (Ponto 1); para a dessendentação de animais, com o recurso hídrico do açude (Pontos 2 e 3); para a piscicultura de espécies como a Tilapia rensalli, criada em tanques-rede (Ponto 4). Este trecho do rio Caxitoré é localizado no município Umirim e perenizado pelo açude Caxitoré. No referido local é possível observar o cultivo de bananeiras, indicado pela seta (Ponto

5). O recurso hídrico do açude é utilizado para o abastecimento e irrigação de cultivos; para isso é utilizado um motor de bombeamento da água do açude (Ponto 6). No ponto 7 podemos observar cultivo de várzea na margem do açude Caxitoré, com localização no município de Pentecoste.

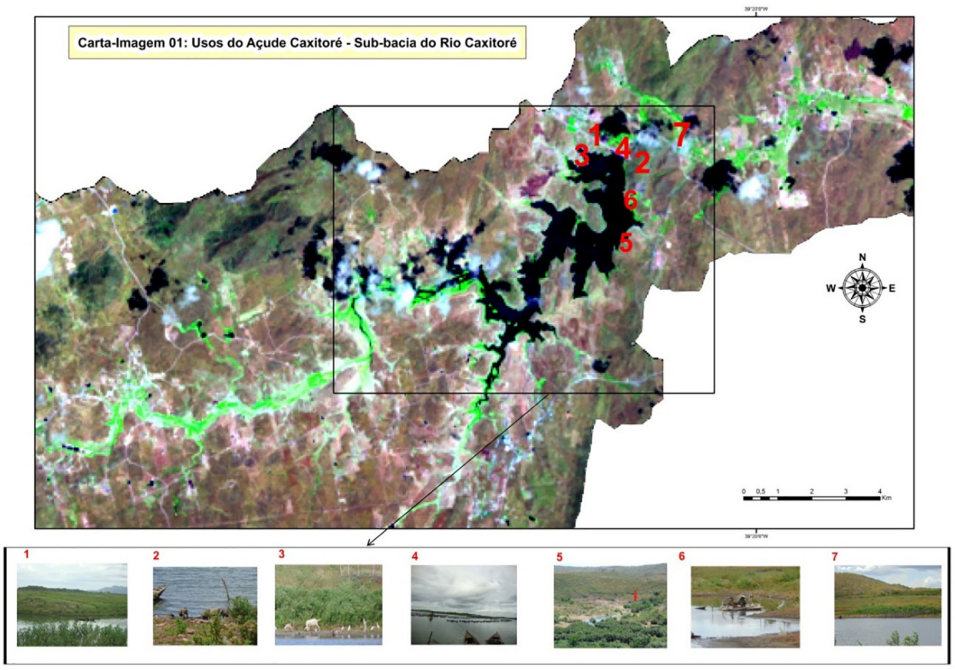


Figura 3: Carta-imagem dos usos múltiplos do açude Caxitoré – sub-bacia do rio Caxitoré.
Fonte: Autora.

43,49 %, ou 191,14 km^2, do território do município de Itapajé são ocupados com a atividade agropecuária (CARVALHO *et. al*., 2014). Este município se destaca pela cultura permanente da banana, com uma área de 4.960 ha destinada para a referida atividade e com uma produção de 10.416 toneladas da referida fruta. Quanto à cultura temporária, destacam-se o feijão e o milho, com áreas respectivas de 2.072 ha e 2.067 ha destinadas aos referidos cultivos. A produção destaca-se com o plantio da mandioca com 543 toneladas. A pecuária é destinada basicamente à criação de animais de pequeno porte, como galinhas, frangos, frangas entre outros tipos. A produção de aves, com 65.056 animais, é a maior dentre os outros municípios representativos da sub-bacia (IPECE, 2014).

A serra de Uruburetama possui a prática da bananicultura, em seus setores sul e oeste, especificamente em áreas como as cristas, que possuem os solos mais espessos. No setor norte da serra de Uruburetama, especificamente na sua vertente subúmida seca, há a cultura de cajuais. Já na sua vertente seca tem pouca prática de silvicultura e das culturas temporárias, tendo como produção a agricultura de subsistência (SILVA, 2007).

A porção da serra de Uruburetama da nossa área de estudo está situada em maior proporção no município de Itapajé. É patente que a cultura da banana está entre as principais culturas da área, principalmente pela maior umidade e quantidade de rios. Esta cultura é praticada em áreas como propriedades privadas, vertentes íngremes da serra e margens de rios. Além disso, existe ali a atividade de extração de madeira para a fabricação de carvão mineral.

5. Considerações finais

O sistema ambiental mais representativo da sub-bacia do rio Caxitoré é o sertão com

78% da área de estudo, seguido da Serra de Uruburetama com 18%. A sub-bacia possui uma estrutura geológica de embasamento cristalino, condições do clima do semiárido e com unidades geomorfológicas diferenciadas como elevados e baixos maciços residuais, planície ribeirinha e depressão sertaneja. Os rios tem o caráter intermitente e a drenagem está relacionada com a presença de reservatório como os açudes, que auxiliam em trechos perenizados.

A sub-bacia é constituída de maior área de paisagens rurais. Os condicionantes naturais dos sistemas ambientais favorecem nas diferenciações das atividades econômicas, como no caso na serra de Uruburetama predominando a prática da agricultura e no sertão com a pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

Os sertões de Umirim e Pentecoste possuem maior diversidade de tipos de atividades na área do açude Caxitoré, como é o caso da piscicultura, pesca, agricultura de vazante, além ser responsável pelo abastecimento humano e para a dessedentação de animais.

Na serra de Uruburetama há maior diversidade de cultivos e criação de pequenos animais, como aves e suínos. E é nesta serra que está localizada a área de maior concentração urbana da sub-bacia, com variedade de serviços e comércios.

A área do semiárido do nordeste, tem suas atividades socioeconômicas, realizadas com práticas tipicamente rudimentares na agropecuária, o que influencia nas condições dos ambientes naturais, com a disposição da cobertura vegetal e nas formas extração dos recursos naturais.

A população residente na sub-bacia, número de habitantes considerável, possui técnicas rudimentares, como por exemplo a tração animal e prática da "queima do terreno" para as práticas de atividades agropecuárias, sendo assim ao se apropriar do recurso natural disponível dentro dos limites da sub-bacia não pratica de forma satisfatória e adequada.

É notória a importância da sub-bacia do rio Caxitoré para a Bacia Hidrográfica do rio Curu, pois pensando integradamente tem seus sistemas de drenagem integrados e fluxos de matérias interagindo entre si. Considera-se que a sub-bacia deve ser continuamente pesquisada e monitorada, pois é um sistema com riquezas e peculiaridades locais tanto de âmbito natural como de aspectos sociais.

6. Agradecimentos

Agradecimentos pelo apoio da Funcap (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico).

7. Referências

CARVALHO *et al*. Zoneamento Geoecológico no Núcleo de Desertificação de Irauçuba/Centro-Norte no Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 26; CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 5; EXPOSICARTA, 25., 2014, Gramado. **Anais...**Gramado:[s.n.], 2014.

CEARÁ (Estado). Assembleia Legislativa. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. **Caderno Regional da Bacia do Curu.** Fortaleza: INESP, v. 4, 2009. 113p. (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas)

IPECE. Anuário Estatístico do Ceará. **Planilha Municipal Agropecuária e Extração Vegetal:** Efetivos de Rebanhos. 2014.

IPECE. Anuário Estatístico do Ceará. **Planilha Municipal Agropecuária e Extração Vegetal:** Agricultura. 2014.

SILVA, M. V. C. da. **Análise Geoambiental**: Subsídios ao planejamento agrícola da serra de Uruburetama – CE. Programa de Pós-graduação da UECE. Dissertação. Fortaleza, 2007.

SOARES, F. M. **Paisagem e Paisagens:** Uso e ocupação da Terra na Bacia do rio Curu/CE. Mercator-Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 02, 2002.

ANÁLISE E MAPEAMENTO DA SUSCEPTIBILIDADE A ENCHENTES NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ALEGRE - ES

MURILLO SILVA ALVES
LÍGIA DA SILVA BARBOSA
MARCONI MARTINS CUNHA
AFONSO DE PAULA DOS SANTOS

Resumo
A identificação e o mapeamento das áreas mais suscetíveis a enchentes são essenciais para a tomada de decisão, principalmente para o planejamento e gestão territorial urbana. O objetivo deste trabalho foi identificar a propensão a enchentes e inundações da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, que se encontra localizada na região Sul do estado do Espírito Santo e possui área de drenagem de 205,202 km^2. Enchentes podem ter causas naturais ou antrópicas. Sendo assim, foram analisadas tanto as causas naturais, como a forma, o relevo e a capacidade de drenagem do solo da bacia, quanto as causas antrópicas, como o uso e manejo do solo e a antropização da área. Além da análise quantitativa das características morfométricas, foi utilizado o método de álgebra de mapas em um Sistema de Informações Geográficas para associar os parâmetros analisados e gerar um mapa da susceptibilidade a enchentes. Considerando a forma, a sub-bacia apresentou pouca influência na ocorrência de enchentes. Entretanto, quando analisados outros parâmetros, como as classes de solos e uso e cobertura do solo, declividade e hipsometria, obteve-se alto grau de susceptibilidade na foz e um grau muito alto nas áreas urbanas, em especial na sede do município de Alegre.

Palavras-Chave: Características morfométricas, Uso do solo, Classes de solos, Hidrografia, Enchentes.

Abstract
The identification and mapping of the areas most susceptible to floods are essential for decision making, especially for urban territorial planning and management. The objective of this study was to identify the propensity to floods in the hydrographic sub-basin of the Rio Alegre, which is located in the southern region of the state of Espírito Santo and has a drainage area of 205.202 km^2. Floods can have natural or man-made causes. Thus, natural causes were analyzed, as well as the shape, relief and drainage capacity of the basin's soil, as well as anthropic causes, such as the use and management of the soil and the anthropization of the area. In addition to the quantitative analysis of morphometric characteristics, the method of map algebra in a Geographic Information System was used to associate the analyzed parameters and generate a map of the susceptibility to floods. Considering the shape, the sub-basin had little influence on the occurrence of floods. However, when other parameters were analyzed, such as soil classes and land use and cover, slope and hypsometry, a high degree of susceptibility was obtained at the mouth and a very high degree in urban areas, especially at the headquarters of the municipality of Alegre.

Keywords: Morphometric characteristics, land use, soil classes, hydrography, floods.

1. Introdução

Enchente é o fenômeno causado por ocorrência de vazões relativamente grandes e que, geralmente, causam inundações (VILLELA, MATTOS, 1975). Estas inundações ocorrem quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais, entre outros, ocupam as áreas mais baixas situadas em suas margens, ultrapassando seu leito de escoamento, devido à falta de capacidade de transporte desses sistemas. Estes são eventos que ocorrem em função do comportamento natural dos cursos d'água, porém, podem ser agravados pelas alterações produzidas pelo homem no processo de uso e ocupação do solo, incluindo a impermeabilização das superfícies e a canalização dos rios, por exemplo (TUCCI, 2003).

Segundo Tucci (2003), o homem tem procurado historicamente conviver com as inundações, desde as mais frequentes às mais raras. São exemplos dessa necessidade de convivência a grande presença de cidades e demais assentamentos humanos nas margens dos rios, mesmo com os impactos que as inundações causam nestes locais.

As condições hidrológicas que produzem a inundação podem ser naturais ou artificiais. As condições naturais são aquelas cuja ocorrência é propiciada pela bacia em seu estado natural. São as principais condições naturais para a ocorrência de inundação: o relevo, a quantidade e intensidade das chuvas, a cobertura vegetal, e a capacidade de drenagem do solo. As condições artificiais são aquelas provocadas pela ação do homem, sendo as principais: o uso e manejo do solo, como obras hidráulicas, urbanização, desmatamento e reflorestamento (TUCCI, 2001; GOLDONI, VESTENA, 2016). Com relação às condições artificiais, o uso e cobertura do solo tem sido, na maioria dos casos, o agente deflagrador dos eventos de enchentes e inundações nas bacias hidrográficas urbanas brasileiras, porém existem condições físicas/geomorfológicas que podem torná-la naturalmente suscetível a ocorrência desses fenômenos (BARROS *et al.*, 2016).

A identificação e o mapeamento das áreas mais suscetíveis a enchentes são essenciais para a tomada de decisão, principalmente para o planejamento e a gestão territorial urbana. A nível de planejamento, diversas ferramentas vêm sendo desenvolvidas e aprimoradas, o que fornece grande número de informações que podem ser utilizadas no desenvolvimento de planos de prevenção e mitigação de danos.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar a susceptibilidade a inundações na sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo, com base em suas características morfométricas, as classes do solo e uso e cobertura do solo. Essa sub-bacia foi escolhida dentre as demais que formam a bacia hidrográfica do rio Itapemirim devido à grande ocorrência de inundações em sua área de abrangência nos últimos anos, principalmente nas áreas urbanas. O conhecimento técnico a respeito das características da área pode dar subsídios, tanto para planejamento de planos de prevenção, como obras urbanas, quanto para ações no sentido de restauração de áreas florestais, reassentamento de residentes em áreas de risco, entre outras.

2. Metodologia

Para execução de todos os procedimentos que serão descritos, foi utilizado o *software* ArcGIS 10.5 da ESRI.

2.1 Área de Estudo

A sub-bacia do rio Alegre corresponde a uma área de 205,202 km² e localiza-se na região sul do Espírito Santo, no município de Alegre. Essa sub-bacia é afluente do rio Itapemirim, que é o rio principal da bacia hidrográfica do rio Itapemirim e deságua no oceano Atlântico.

2.2 Modelo Digital de Elevação (MDE) e Hidrografia Numérica

O Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizado foi obtido no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos <https://earthexplorer.usgs.gov>. Foi utilizado um MDE SRTM, com resolução espacial de 30 metros. Inicialmente, este foi projetado para o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 24S, e utilizado como sistema referência o SIRGAS2000.

Em seguida foram corrigidas as irregularidades do MDE (preenchimento de depressões espúrias) para condicioná-lo à estudos hidrológicos, obtendo-se um MDE consistente. Para obter a hidrografia a partir deste MDE, a primeira etapa é determinar a direção do fluxo de escoamento do modelo. Em seguida, foi determinado o fluxo acumulado e, por fim, foi definida a hidrografia numérica (drenagem numérica), utilizando a calculadora raster.

2.3 Características Físicas ou Morfométricas de uma Bacia Hidrográfica

Consideram-se dados fisiográficos de uma bacia hidrográfica todos aqueles dados que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite (SILVEIRA, 2001). A seguir serão apresentadas as características utilizadas nesse estudo.

a) ***Área de Drenagem: é a área plana inclusa entre seus divisores topográficos, sendo o elemento básico para o cálculo das outras características físicas (***VILLELA, MATTOS, 1975). A delimitação da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre foi obtida a partir do MDE consistente obtido.

b) Coeficiente de Compacidade (Kc): é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia (VILLELA, MATTOS, 1975). Quanto mais irregular for a bacia maior o coeficiente de compacidade.

c) Fator de Forma (Kf): ***é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (***VILLELA, MATTOS, 1975). O comprimento axial é medido da foz até o ponto mais distante da bacia. Assim como o coeficiente de compacidade, o fator de forma também indica a propensão de picos de enchentes de uma bacia.

d) Densidade de Drenagem (Dd): ***é uma boa indicação do grau de desenvolvimento de um sistema drenagem. Pode ser expressa pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água (efêmeros, intermitentes ou perenes) de uma bacia e sua área total (***VILLELA, MATTOS, 1975). Villela e Mattos (1975) afirmam que o índice da densidade de drenagem varia de 0,5 km/km^2, para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km^{2}m para bacias excepcionalmente bem drenadas.

e) Ordem dos Cursos de Água: é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia (Villela e Mattos, 1975). Como critério de ordenamento, utilizou-se o método de Strahler (1957). Silveira (2001), descreve o método como um sistema que evita a subjetividade de classificação das nascentes, onde todos os canais sem tributários são de primeira ordem, os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem, seguindo assim sucessivamente.

f) Declividade da Bacia: A declividade dos terrenos de uma bacia controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, o que afeta, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias (Villela e Mattos, 1975). A declividade para a sub-bacia do rio Alegre gerada está representada na Figura 1.

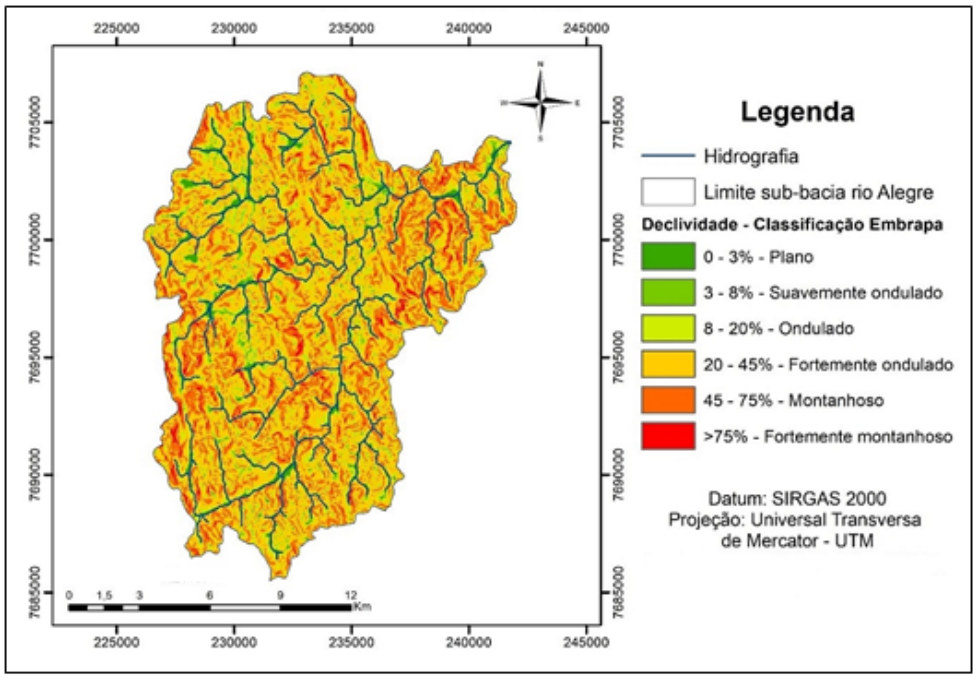


Figura 1: Declividade na sub-bacia do rio Alegre, Espírito Santo, Brasil.
Fonte: Imagem SRTM – 30m (2018); ANA (2008).

2.4 Infiltração da água no solo e Escoamento Superficial

"Infiltração é o processo pelo qual a água atravessa a superfície do solo" (Brandão *et al.*, 2006, p.11). Já "o escoamento superficial corresponde ao segmento do ciclo hidrológico relacionado ao deslocamento das águas sobre a superfície do solo" (PRUSKI, BRANDÃO e SILVA, 2004, p.13). Influenciam na infiltração da água no solo e no escoamento superficial os fatores relacionados ao solo, o uso e cobertura do solo, a intensidade da precipitação e a declividade da bacia. A seguir serão apresentados os fatores relacionados ao solo e ao uso e cobertura de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Infraestrutura de Dados Espaciais do Espírito Santo denominada GEOBASES.

a) Fatores Relacionados ao Solo: As características físicas do solo, textura e estrutura, são as que influenciam mais expressivamente a condutividade hidráulica, responsável pelo movimento de água no solo, sendo, os solos arenosos, por possuírem maior quantidade de macroporos em relação aos solos argilosos, apresentarem maiores condutividade hidráulica e taxas de infiltração, como apresentam Brandão et al. (2006). As classes de solo presentes na sub-bacia do rio Alegre estão representadas na Figura 2.

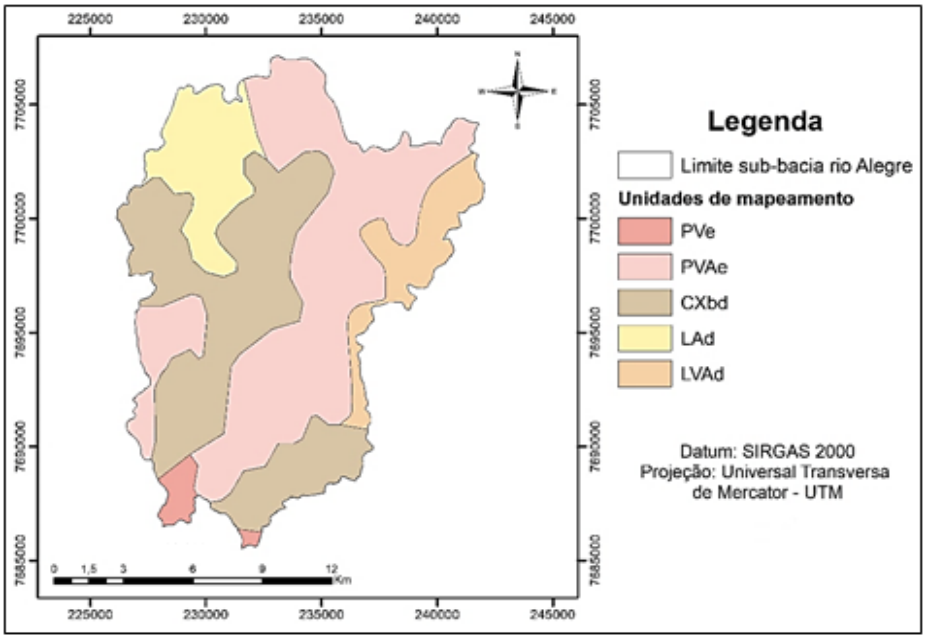


Figura 2: Representação das classes de solo* presentes na sub-bacia do rio Alegre, Espírito Santo, Brasil.

*PVe = Argissolo Vermelho Eutrófico típico; PVAe = Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico; CXbd = Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico; LAd = Latossolo Amarelo Distrófico típico; LVAd = Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

Fonte: Imagem ANA (2008); GEOBASES (2015).

b) Uso e Cobertura do Solo: O tipo de cobertura da superfície do solo é fator determinante no processo de infiltração, sendo a cobertura vegetal a responsável pelo aumento da macroporosidade da camada superficial, acrescendo a condutividade hidráulica do solo, fator que mantém altas taxas de infiltração (Brandão et al., 2006). O mapa de uso e cobertura do solo gerado para a sub-bacia do rio Alegre está representado na Figura 3.

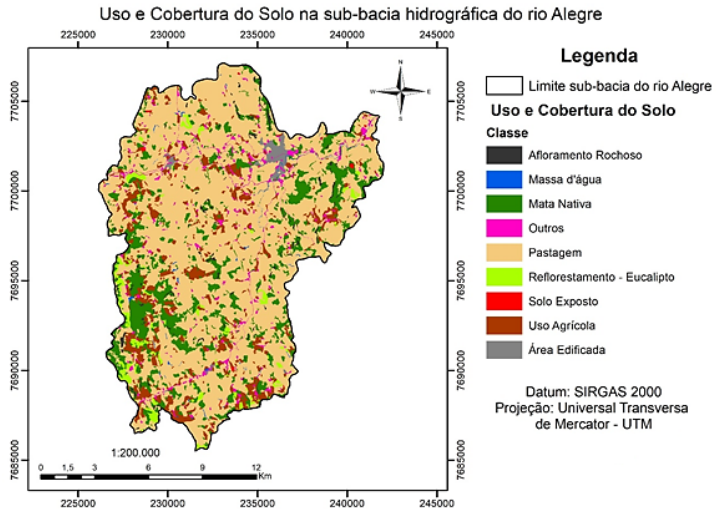


Figura 3: Representação do uso e cobertura do solo na sub-bacia do rio Alegre, Espírito Santo, Brasil.

Fonte: GEOBASES (2015); ANA (2008).

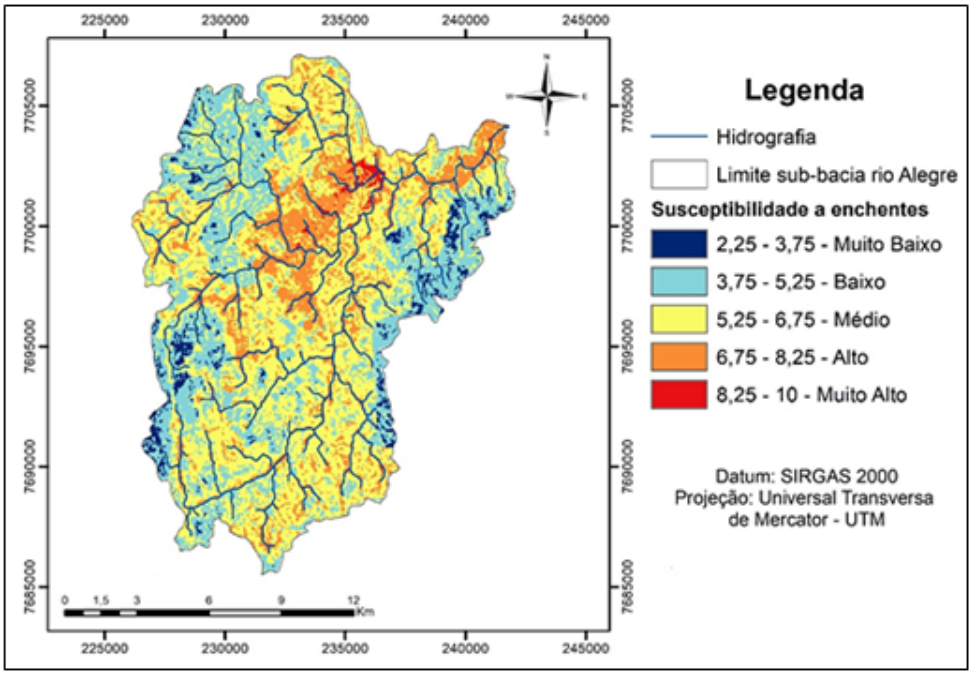


Figura 3: Representação do uso e cobertura do solo na sub-bacia do rio Alegre, Espírito Santo, Brasil.
Fonte: GEOBASES (2015); ANA (2008).

2.4 Susceptibilidade à ocorrência de enchentes

A partir da declividade, hipsometria, classes de solo e uso e cobertura do solo foi obtida a susceptibilidade a enchentes na sub-bacia do rio Alegre, utilizando o método de álgebra de mapas, que consiste na aplicação de operações aritméticas para associar diversas camadas, obtendo-se assim, classificações passíveis de análises.

Foram determinados pesos iguais para as quatro variáveis utilizadas na Equação 1, pois não foi encontrado na literatura critérios que determinassem qual destas tem maior influência na determinação do fenômeno estudado. Para cada componente das variáveis, foram atribuídas notas de 1 a 10, em ordem crescente de correlação com a susceptibilidade a ocorrência de enchentes (Tabela 1).

Tabela 1: Variáveis e pesos atribuídos.

Hipsometria (m)	Nota	Uso e Cobertura do Solo	Nota	Declividade (Classificação EMBRAPA)	Nota	Solos	Simbologia	Nota
113 - 232	10	Massas d'água	1	0 - 3% - Plano	10	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	LVAd	1
232 - 348	9	Outros	1	3 - 8% - Suavemente Ondulado	9			
348 - 455	8	Mata Nativa	2	8 - 20% - Ondulado	8	Latossolo Amarelo Distrófico típico	Lad	4
455 - 561	7	Reflorestamento - Eucalipto	4					

561 - 655	6	Uso Agrícola	7	20 - 45% - Fortemente Ondulado	5	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrópico típico	PVAe	7
655 - 726	5	Pastagem	6					
726 - 801	4	Afloramento Rochoso	9	45 - 75% - Montanhoso	3	Argissolo Vermelho Eutrófico típico	Pve	7
801 - 886	3	Solo Exposto	8					
886 - 1006	2	Área Edificada	10	> 75% - Fortemente Montanhoso	1	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico	Cxvd	10
1006 - 1246	1							

Fonte: Tucci e Clarke (1997); Soil Conservation Service (USDA) (1999); Fonte: Sartori et al. (2005).

Sendo assim, o grau de susceptibilidade foi obtido utilizando a calculadora raster, seguindo o modelo (Equação 1):

*S=nota(decl) * peso(decl) + nota(hipso) * peso(hipso) + nota(uec) * peso(uec) + nota(solos) * peso (solos)* (Equação 1)

Dessa forma, a susceptibilidade deu-se pelos intervalos contidos na Tabela 2.

Tabela 2: Intervalos do grau de susceptibilidade a enchentes para a sub-bacia do rio Alegre.

Intervalo	Susceptibilidade a inundação
1 - 3,75	Muito Baixo
3,75 - 5,25	Baixo
5,25 - 6,75	Médio
6,75 - 8,25	Alto
8,25 - 10	Muito Alto

Fonte: Autoria Própria.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos referentes as características morfométricas da bacia:

Tabela 3: Características morfométricas da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre.

Parâmetros	Valor
Área de Drenagem (A)	205,202 km^2
Perímetro (P)	81,379 km
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,591
Fator de Forma (Kf)	0,429
Comprimento Axial (L)	21,859 km
Comprimento total dos cursos d'água (Ltotal)	206,121 km
Densidade de Drenagem (Dd)	1,004 km/km^2

Declividade Média	33,43%
Altitude Mínima	113 m
Altitude Máxima	1246 m
Ordem dos Cursos d'água	5

A sub-bacia apresentou um coeficiente de compacidade classificado como de baixa propensão a enchentes, de acordo com a Tabela 3, indicando que a mesma possui uma forma irregular. A sub-bacia também é classificada como tendo baixa propensão a enchentes quanto ao seu fator de forma (Tabela 3), indicando que a bacia possui forma alongada.

A forma alongada da bacia influencia no tempo de concentração. Apesar de tanto o coeficiente de compacidade quanto o fator de forma apresentarem valores que propiciam a baixa ocorrência de enchentes, seus valores ficaram bem próximos da classificação que indica média propensão. Os valores encontrados para a densidade de drenagem corroboram com os resultados obtidos com base no fator de forma e coeficiente de compacidade, que indicam baixa propensão a enchentes.

Conforme apresentado na metodologia, foi gerado o mapa final da susceptibilidade a enchentes na sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, representado na Figura 4.

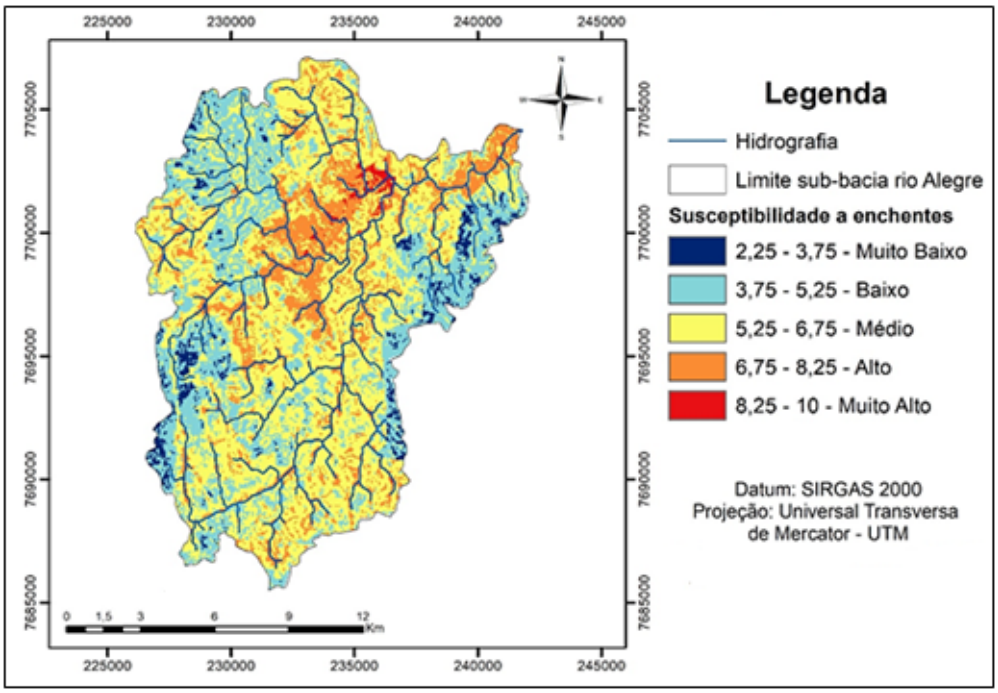


Figura 4: Representação da susceptibilidade a enchentes na sub-bacia do rio Alegre.
Fonte: Imagem SRTM – 30 m (2018); GEOBASES (2015); ANA (2008).

Como resultado, obteve-se, com base no modelo explicitado pela Equação 1, um grau de susceptibilidade médio igual a 6, configurando-se de acordo com a Tabela 2, como de média susceptibilidade a enchentes. Observa-se ainda, que a maior parte das áreas de cabeceira da bacia apresentaram baixa susceptibilidade a enchentes.

O mapa representado pela Figura 3 também mostra como a impermeabilização dos solos, por meio das edificações nas áreas urbanas e, neste caso, aliado com um relevo de baixa declividade, influencia na propensão a enchentes e, consequentemente, inundações. Destaca-se também, que as regiões aos arredores da área já urbanizada, que devido ao crescimento das cidades sem planejamento, poderiam ser as próximas a receberem edificações, possuem de média para alta

propensão, o que tornaria mais alto o risco da ocorrência de fenômenos indesejados, como o aqui estudado.

A foz desta sub-bacia também foi identificada como uma área de alta susceptibilidade, visto que se encontra na região mais baixa do relevo e está inserida em uma das regiões composta por Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico, que recebeu nesse estudo, nota 7 na correlação em eventos de enchentes (Tabela 1). A foz também é a área de maior concentração de águas e, na sub-bacia do rio Alegre, deságua no rio principal da bacia hidrográfica do rio Itapemirim, de mesmo nome, podendo influenciar na ocorrência de enchentes e inundações em outras cidades e inundações a jusante.

4. Considerações Finais

Os resultados encontrados nas análises realizadas no presente trabalho indicaram que a forma da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, por ter um formato mais alongado, pouco influencia na ocorrência de enchentes, corroborando o fato da densidade de drenagem ter índice próximo ao de uma bacia com drenagem pobre.

Contudo, quando analisados os parâmetros das classes de solos e uso e cobertura do solo, juntamente a declividade e hipsometria, a sub-bacia apresenta susceptibilidade baixa nas áreas de cabeceira, alta na seção de deságue, isto é, na foz, e muito alta nas áreas relacionadas, principalmente, com a impermeabilização dos solos, como as áreas urbanas. Para uma análise mais detalhada, pode-se considerar também dados de intensidade de precipitação e vazão.

5. Referências

BARROS, D. V.; SILVA, Q.D.; CRUZ, E.; TEIXEIRA, C.M.C.; SANTANA, R.G. Morfometria, uso e cobertura do solo como indicadores de enchentes e inundações na Bacia do Rio do Prata, Ilha do Maranhão. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 3, nº.5, 2016, 217-226.

BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R.A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006.

CAMPANHARO, W. A. **Diagnostico Físico da Bacia do rio Santa Maria do Doce - ES**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Jerônimo Monteiro, ES: Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

GARCEZ, N. L. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.

GOLDONI, T. R.; VESTENA, L. R. Mapeamento das áreas de risco à inundação na cidade de Guarapuava-PR. XVIII Encontro Nacional de Geógrafos. In: **Anais** [...]. São Luiz, MA, 2016.

HORTON, R.E., Drainage Basin Characteristics. Trans. American Geophysical Union, 1932.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. 2 ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2004.

SARTORI, A.; NETO, F.L.; GENOVEZ, A.M. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, v.10, nº 4, 2005, p.05-18.

SILVEIRA. A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In.: TUCCI C.E.M (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, ABRH; p.35-40, 2001.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed Geomorphology.Transactions. **American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In.: TUCCI, C. E. M (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, ABRH, 2001; p.651-658.

TUCCI, C. E. M. Escoamento superficial. In.: TUCCI C.E.M (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, ABRH, 2001; p.391-442.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: **Revisão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, v. 2, nº 1, 1997, p.135-152.

TUCCI, C. E. M. Inundações e drenagem urbana. In.: Tucci, C.E.M.; Bertoni, J.C. (orgs.) **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

Análise geossistêmica para o Ordenamento Territorial em Bacias Hidrográficas: aproximações teórico-conceituais

Anny Catarina Nobre de Souza
Sérgio Domiciano Gomes de Souza

Resumo
Os estudos que subsidiam o ordenamento territorial demandam pesquisas que abordem o espaço geográfico em suas instâncias físico-naturais, econômicas, políticas e sociais. Por sua vez, os estudos integrados da paisagem ganham destaque por privilegiar a base do território, ou seja, os atributos físico-naturais de modo interrelacionado com o antrópico. Assim, o trabalho tem como objetivo contextualizar a teoria geossistêmica como aporte ao Ordenamento Territorial em Bacias Hidrográficas. Para tanto, foi realizado uma revisão na literatura sobre os conceitos estruturantes da pesquisa: Geossistema, Ordenamento Territorial e Bacia Hidrográfica, bem como estudos de caso nesse viés teórico-conceitual. Destarte, nota-se a inexistência efetiva da Política de Ordenamento territorial no Brasil, e da rarefeita presença das condições naturais sob a ótica do desenvolvimento sustentável nos ensaios sobre esta e de tal forma, os entraves à adoção institucional da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Ainda assim, a base teórica-metodológica do Geossistema é fundamental para sistematizar o ordenamento territorial, uma vez que abarca todos os elementos conformadores da fisionomia do território, sendo a Bacia Hidrográfica unidade territorial profícua a tal ensejo.

Palavras-Chave: Geossistemas; Território; Planejamento; Gestão ambiental.

Abstract
The studies that subsidize the territorial ordering demand research that addresses the geographical space in its physical-natural, economic, political and social instances. In turn, integrated landscape studies are highlighted for privileging the base of the territory, that is, the physical-natural attributes in an interrelated way with the anthropic. Thus, the work aims to contextualize geosystemic theory as a contribution to Territorial Planning in Hydrographic Basins. For this, a review of the literature on the structuring concepts of the research was carried out: Geosystem, Territorial Planning and Hydrographic Basin, as well as case studies in this theoretical-conceptual bias. Thus, it is noted that there is no effective Territorial Planning Policy in Brazil, and the rarefied presence of natural conditions from the perspective of sustainable development in the essays on this and in such a way, the obstacles to the institutional adoption of the hydrographic basin as a planning unit . Even so, the theoretical and methodological basis of the Geosystem is fundamental to systematize the territorial ordering, since it encompasses all the elements that make up the physiognomy of the territory, with the Hydrographic Basin being a useful territorial unit for such an opportunity.

Keywords: Geosystems; Territory; Planning; Environmental management.

1. Introdução

A organização do espaço geográfico é determinante na harmonia das relações da sociedade e com a natureza. Enquanto dimensão espacial deste, o território - instância dotada de poder - necessita de ser ordenado considerando os aspectos que representam o seu conjunto. Nessa ação, por vezes, é negligenciada a relevância da dimensão físico-natural, base do território, como se não fosse parte deste.

Para tal, torna-se importante os estudos integrados, nos quais se insere o método geossistêmico, que considera a sinergia entre o potencial ecológico, a exploração biológica e ação humana que conformam a paisagem, ou seja, a fisionomia do território. Em consonância, a Bacia Hidrográfica configura-se como representação espacial integradora desses elementos em sua essência geográfica.

Assim, com base em tais pressupostos, o presente trabalho tem como objetivo contextualizar a teoria Geossistêmica como aporte ao Ordenamento Territorial em Bacias Hidrográficas.

Para tanto, em termos metodológicos, realizou-se uma revisão na literatura sobre os três conceitos estruturantes, considerando as contribuições dos principais autores, respectivamente: Geossitema, Sotchava (1977); Bertrand (2004) e Troppmair (2006); Ordenamento territorial, Moraes (2005), Haesbaert (2006), Almeida (2011); Bacias Hidrográficas, Rodríguez; Silva; Leal (2011), Botelho (2012) e Carvalho (2014). Dos quais, decorreu-se uma análise das aproximações teóricas entre os conceitos, seguida de um levantamento dos principais trabalhos empíricos que envolvem essas relações teóricas aplicadas no território brasileiro.

Desse modo, o artigo está estruturado em três seções: na primeira, discorremos sobre os conceitos norteadores de Geossistema, Ordenamento Territorial e Bacia Hidrográfica; na segunda, analisamos a intersecção da teoria geossistêmica para o ordenamento territorial em bacias hidrográficas; por último, apresentamos os principais estudos de caso nessa tendência teórico-conceitual.

2. Teoria Geossistêmica, Ordenamento Territorial e Bacias Hidrográficas: Breves considerações

Os estudos da natureza, na perspectiva sistêmica, remontam aos primórdios do conhecimento científico. Naturalistas como Alexander Von Humboldt e Vasily Vasili'evich Dokuchaev, ainda do século XIX, já sinalizavam para essa tendência em suas pesquisas empíricas. O primeiro construiu as bases da interpretação da paisagem na ciência geográfica, o segundo na ciência do solo, a Pedologia.

Tais investigações, suscitam atualmente o pensamento acerca da complexidade ambiental, sobretudo, a partir das relações sociedade e natureza. No âmbito da Geografia, essa tendência dos estudos integrados ganha força com a insurgência do Geossistema, como chave de interpretação da paisagem, na medida em que busca apreendê-la considerando o holismo de todos os aspectos que a compõem. Segundo o pioneiro, Sotchava (1977, p. 17), espelhado na Teoria Geral dos Sistemas do biólogo Ludwig Von Bertalanffy, para a Geografia:

> Geossistemas abrangem complexos biológicos, possuem uma organização de sistemas mais complicada e, em comparação com os escossistemas, têm capacidade vertical consideravelmente mais ampla. Geossistemas são policêntricos, sendo-lhe peculiares alguns componentes críticos, um dos quais é, geralmente, representado pela biota.

A sua organização, enquanto nível escalar, é estruturada de forma diferente por Sotchava

(1977) e Bertrand (2004). Enquanto Sotchava o definiu considerando as extensas áreas da ex União Soviética, Bertrand transpôs para a realidade espacial europeia, de modo que neste último o geossistema se apresenta como unidade de paisagem intermediária, ganhando maior precisão escalar para aplicação dos estudos (Quadro 1). Entretanto, conforme Veado (1995), é preciso adaptação no uso dessa taxonomia para o Brasil, tendo em vista as particularidades desse ambiente.

Quadro 1: Síntese da classificação escalar dos Geossistemas

Autores	Categorias	Dimensões
Sotchava (1977)	Geócoro	Planetário
		Regional
	Geômoro	Topológico
Bertrand (2004)	Unidades superiores	Zona
		Domínio
		Região Natural
	Unidades inferiores	Geossistema
		Geofácies
		Geótopo

Fonte: Elaboração dos autores, com base em Sotchava (1997) e Bertrand (2004). Seta ascendente indicando maior nível escalar.

Nesta perspectiva, a compreensão teórico-conceitual dos Geossistemas abrange o consenso em torno de que este se configura como a expressão espacial no território, resultante das relações dinâmicas entre elementos ecológicos e biológicos e ação antrópica, complexo e delimitado por escala (VEADO, 1995; NASCIMENTO; SAMPAIO, 2004/2005; SOUZA; OLIVEIRA, 2011; MENDONÇA, 2014). Em consonância, Troppmair (2006, p. 81) destaca que embora haja interações antrópicas, o geossistema é um sistema natural em sua essência, pois essas são "pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estes serão perceptíveis apenas em microescala e nunca com tal intensidade que o Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenada a desaparecer".

Sob este prisma, a ótica integrada pelo viés geossistêmico na Geografia, dá subsídio ao conhecimento das variáveis geoambientais – geologia, relevo, clima, recursos hídricos, solo, vegetação e uso e ocupação - fundamentais para traçar uma das ferramentas mais importantes do planejamento e execução no espaço geográfico: o ordenamento territorial. O arcabouço teórico desse conceito, ainda em evolução, segundo Peres e Chiquito (2012) surge na França - denominado *amenagement du territoire* - da necessidade de organizar o território para fins administrativos, tornando compatível a dimensão natural das bacias hidrográficas com as características de ordem econômica e produtiva.

Para clareza desse conceito, implica revisitar também a categoria geográfica de Território. Na sua visão clássica, está ligado ao espaço delimitado sob exercício de poder, fundamentalmente do Estado, todavia assume também a leitura enquanto entidade histórica e materialidade terrestre, sob o controle social e político de onde se extrai os recursos ambientais necessários à produção e reprodução do espaço geográfico (MORAES, 2005).

Nisto, ordenar significa impor ordem ao território a fim de organizá-lo. No processo espaço-temporal moderno deve enfocar à relação global-local da lógica capitalista (HAESBAERT, 2006). Segundo Peres e Chiquito (2012), a prática desse conceito está centrada na ação do Estado em ordenar todo o território - nas escalas de sub-regiões e dos lugares, ou seja, criar vias de desenvolvimento a partir do que o constitui.

Desse modo, o ordenamento do território indica, antes de tudo, o aferimento geográfico deste, sobre as suas limitações e potencialidades de uso e ocupação nas diferentes escalas regionais, a fim das intervenções pelas políticas públicas setoriais (MORAES, 2005). É válido situá-lo como componente da gestão ambiental, por ser um instrumento que "consiste em compatibilizar as necessidades do homem relativas à ocupação e ao uso do solo com a capacidade de suporte do território que pretende ocupar (ALMEIDA, 2011, p. 348).

Considerando a holisticidade dos fatores elucidados, a bacia hidrográfica é a célula territorial de análise em que estes se apresentam. Do ponto de vista físico-natural, é uma área delimitada por divisores topográficos, de captação de água cortada pela drenagem que converge para o exutório (KARMAN, 2003). Porém, a sua dimensão nos estudos integrados supõe não só essa compreensão, mas a sua capacidade de suporte sistêmico para a gestão e planejamento ambiental, ao agregar aos aspectos naturais e sociais.

Assim, a bacia hidrográfica é um alvéolo sistêmico para análise integrada do ambiente, consubstancial para o planejamento – setorial, ambiental, técnico-científico e territorial - por comportar todos os atributos da paisagem em sua totalidade e por abarcar várias unidades administrativas (RODRÍGUEZ; SILVA; LEAL, 2011; BOTELHO, 2012; NASCIMENTO, 2013).

Neste sentido, o favorecimento da bacia hidrográfica advém como um paradigma sistêmico na gestão dos recursos hídricos e ambiental (PORTO; PORTO, 2008). Os estudos ecológicos e econômicos, estão aliados aos vários produtos e serviços que sustentam a população humana, portando norteiam o ordenamento territorial.

3. Análise geossistêmica para o ordenamento territorial em bacias hidrográficas

A Teoria Geossistêmica, uma vez que permite interpretar a paisagem por meio do conhecimento da interação dos elementos que a constitui, é essencial para aferir os aspectos necessários a construção do ordenamento territorial. Importa antes de tudo, diagnosticar a base físico-natural constituinte do território, a fim de orientar os usos humanos em harmonia com as potencialidades e limitações do solo.

Neste sentido, os estudos que versam sobre o diagnóstico geoambiental dos espaços, muitas vezes partem do inventário setorial dos componentes paisagísticos. Privilegiando a descrição disparatada das partes, em detrimento da compreensão analítica da totalidade. Assim, via teoria geossistêmica, é imperativo seguir passos que orientem o conhecimento da paisagem a partir do seu funcionamento como um sistema, no qual se engendram o substrato físico-natural, base do território, com o extrato humano de uso e ocupação. Como se pretende alcançar a partir do modelo metodológico da figura 1.

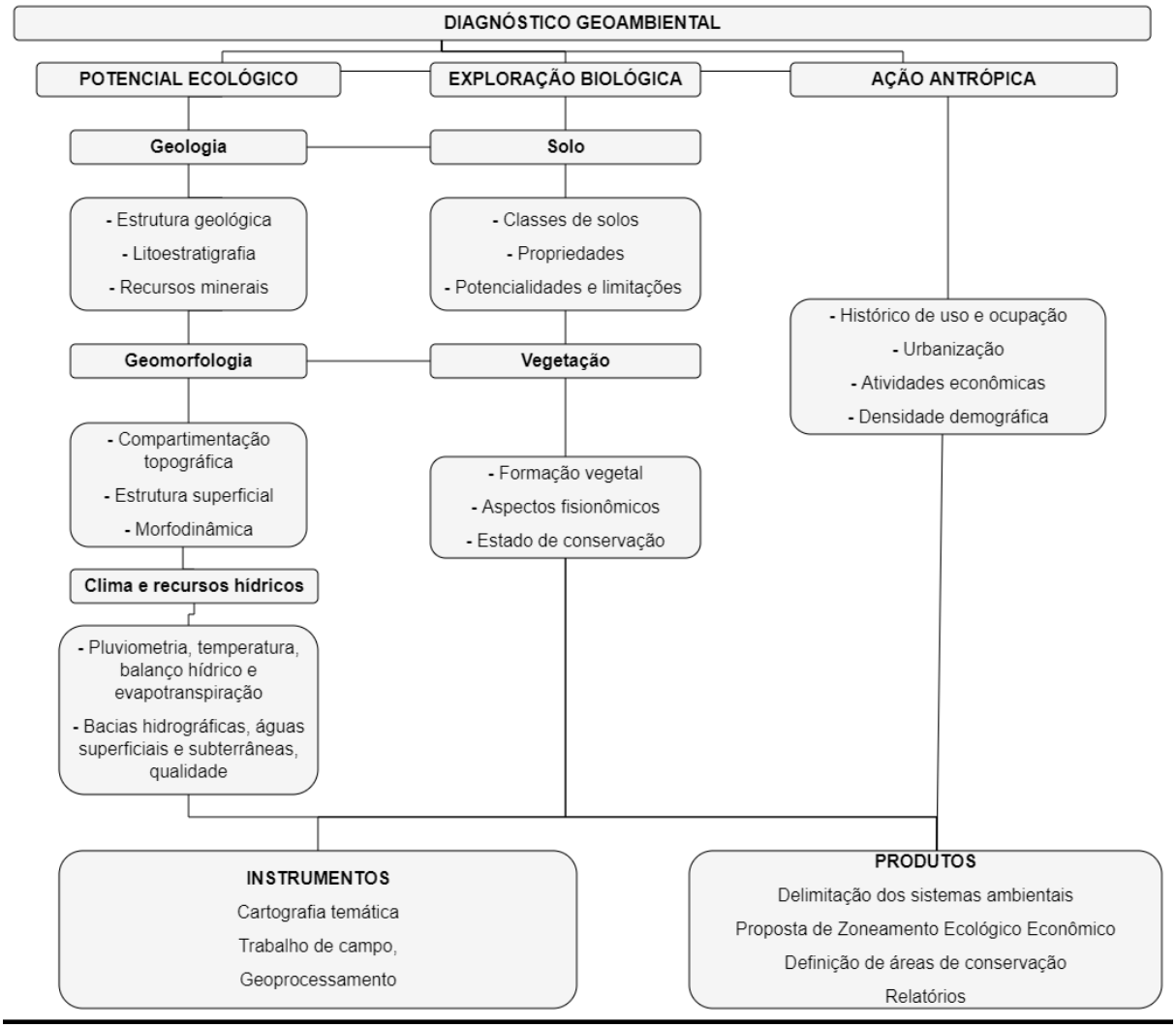


Figura 1: Fluxograma metodológico para o diagnóstico geoambiental

Fonte: Elaboração dos autores, com base em Bertrand (2004) e Souza e Oliveira (2011).

Corroborando com Almeida (2011), a adoção da ótica sistêmica em toda a sua complexidade para o ordenamento territorial, assume a interação entre os elementos do meio natural, *per si*, e destes com os usos desenvolvidos pela sociedade, da qual se denotará a fragilidade de cada ambiente e sua relação com os usos potenciais de serem realizados.

Essa visão é concernente ao pensamento do ordenamento territorial como "um instrumento de articulação transetorial e interinstitucional que objetiva um planejamento integrado e espacializado da ação do poder público" (MORAES, 2005, p. 46). Entretanto, com base na literatura revisada de Rückert (2007), Costa (2012), Peres e Chiquito (2012) e Ross (2020), no Brasil ainda há limitações no que tange a efetivação ao ordenamento do território, pois na ausência, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) acaba funcionando como instrumento de ordenamento. Enquanto políticas públicas setorizadas raciocinam e interferem no território causando um ordenamento indireto - a exemplo, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Planos de Bacias Hidrográficas e Planos diretores municipais.

Historicamente, no Brasil, somente após a segunda guerra mundial – no governo Vargas – surgem políticas de desenvolvimento regional com repercussões tímidas ao ordenamento territorial, como a criação de instituições para o conhecimento do território. De tal forma que,

embora a Constituição Federal, no inciso IX do art. 21, assinale para uma Política de ordenamento territorial atrelado ao desenvolvimento econômico e social do país, o que se vivenciou até o momento foram tímidas práticas por meio de políticas públicas isoladas (PERES; CHIQUITO, 2012).

Disso, decorre uma outra limitação, pois ao mencionar a ordenação é pensado nesta como uma possibilidade de desenvolver somente socioeconomicamente o território, o que não é totalmente um equívoco, mas despreza-se parte fundamental que é o conhecimento de sua base, ou seja, dos atributos físicos e naturais. Condição *sine qua non* para o desenvolvimento sustentável, compatível com a pluri realidade ambiental do país, negligenciada, por sua vez, no que prevê a Constituição Federal.

Desse modo, torna-se imprescindível que o ordenamento territorial se alie ao planejamento ambiental, uma vez que este é a única política pública com enfoque integral (CARVALHO, 2014) capaz de evitar transtornos socioambientais a partir do diagnóstico. Disso, é salutar pensar no recorte físico-territorial primordial para o planejamento, capaz de corresponder as demandas integradoras dos elementos estruturantes do ordenamento, no qual se apresenta a bacia hidrográfica.

Tal qual a realidade ausente do ordenamento territorial, não existe um planejamento ambiental integrado em bacias hidrográficas de forma efetiva no Brasil (CARVALHO, 2014). Embora existam os planos de bacias hidrográficas, de comitês e de gerenciamento de recursos hídricos, estes estão condicionados a escalas estaduais e/ou interestaduais. Tais limitações, se dá também pela expressão espacial da unidade em diferentes níveis administrativos – municipal, estadual, regional – de difícil gerenciamento, uma vez que requer a união e cooperação de vários gestores, não só para os recursos hídricos, mas também a preservação de outros recursos naturais.

Em que pese tais implicações, a Bacia Hidrográfica segue sendo a célula territorial fundamental aos estudos integrados e ao ordenamento territorial. Haja vista, que se configura como a unidade na qual coexistem todos os elementos geoambientais que interessam a ação de ordenar. As limitações, principalmente no que tangem as de ordem administrativa, podem ser superadas quando se admitir efetivamente a bacia hidrográfica como alvéolo territorial para o planejamento e gestão. Outrossim, é nesta onde se arranja todo o ciclo hidrológico, da nascente à foz, estando a água disponível ou não para a população, enquanto recurso vital da humanidade.

4. Experiências empíricas no viés Ordenamento territorial – Geossistema – Bacia Hidrográfica, no território brasileiro

As principais experiências empíricas embasadas no tripé conceitual de Ordenamento territorial – Geossistema – Bacia Hidrográfica, aplicadas no Brasil, dizem respeito a estudos de casos que analisam de maneira integrada a paisagem, muitas das quais elaboram propostas de Zoneamentos para as áreas de bacias hidrográficas pesquisadas. O quadro 2 assinala algumas.

Quadro 2: Síntese dos principais trabalhos na tendência Ordenamento territorial – Geossistema – Bacia Hidrográfica, no Brasil

Autores	Tema e *lócus* de estudo
Ross (2006)	Ordenamento territorial e ZEE da Bacia do Rio Ribeira de Iguape – PR/SP
Silva (2007)	Análise socioambiental da Bacia do Rio Biguaçu – SC: Subsídios ao planejamento e ordenamento territorial
Alves (2013)	Análise das unidades de paisagem da microbacia do igarapé Moura, município de Castanhal (PA): subsídios para o planejamento/ordenamento territorial
Macedo (2014)	Ordenamento territorial ambiental na Bacia Hidrográfica costeira Caueira-Abais

Albuquerque (2015)	Recurso natural, organização espacial e ordenamento territorial: mineração e degradação de terras na depressão interplanáltica do Alto Coreaú (CE)
Marcos Neto, *et al*. (2017)	Geossistemas: Interpretação e aplicação de um conceito para uma proposta de Zoneamento Ambiental na Bacia do Rio Paraibuna, Zona da Mata Mineira

Fonte: Elaboração dos autores.

Em Ecogeografia do Brasil, Ross (2006) realiza uma ampla discussão sobre metodologias e conceitos estruturantes da análise integrada da paisagem, no âmbito da Geografia, a partir do Geossistema em suas versões Russa e Francesa, bem como a Ecodinâmica. Disso, o geógrafo brasileiro elabora uma proposta de ZEE para a Bacia do Rio Ribeira de Iguape, PR/SP, na qual delimita os sistemas ambientais e as Unidades de Conservação desta, fazendo alusão enfática os usos da terra e ao relevo nesta delimitação.

Visando o Planejamento e o Ordenamento territorial, Silva (2007) e Alves (2013) sob o embasamento geossistêmico delimitam unidades da paisagem em bacias hidrográficas. O primeiro, parte de uma análise socioambiental da Bacia do Rio Biguaçu, em Santa Catarina, para qual demarca seis unidades de intervenção e gestão, visando a mitigação da degradação ambiental da área. Já o segundo, em sua dissertação de mestrado, delimita seis unidades da paisagem na microbacia do igarapé Moura, município de Castanhal (PA), diagnosticando as aptidões agrícolas aliadas a tecnologias de favorecimento ao desenvolvimento sustentável.

Na mesma linha, na Bacia costeira Caueira-Abais, Macedo (2014) analisou a dinâmica socioambiental da área, no sentido do Zoneamento como modelo para ordenamento territorial-Ambiental, da qual constatou níveis diferenciados de degradação ambiental condicionada pelos atributos físicos-naturais e antrópicos, delimitando assim cinco zonas de zoneamento. No estado do Ceará, na depressão interplanáltica do Alto Coreaú, Albuquerque (2015), ao relacionar a apropriação do calcário com a degradação nesse Geossistema, partiu de uma metodologia que integrou os sistemas naturais e sociais, do qual identificou núcleos de explotação desse recurso mineral para produção caeira e circuitos econômicos-culturais dentro desse Geossistema.

Já Neto *et al*. (2017) apresentam uma proposta de Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna, Zona da Mata Mineira, da qual estabeleceu seis unidades de zoneamento, considerando áreas de conservação e outras de antropização ligadas às atividades econômicas e expansão urbana.

De modo geral, é possível aferir que as pesquisas aqui detalhadas, presentes nos diversos gêneros do saber científico – teses, dissertações, artigos de periódicos e livros – lastreiam os pressupostos teóricos conceituais do geossistema e bacias hidrográficas visando o ordenamento do território, aliados a gestão e planejamento ambiental. Elucidando a importância dessa base teórico-metodológica e exequibilidade de aplicação prática sobre a ordem institucional.

3. Considerações Finais

Desse modo, a análise geossistêmica como aferimento da fisionomia base do território é salutar como aporte ao planejamento e ordenamento territorial. No Brasil, ainda não existe uma Política de Ordenamento territorial, tampouco o devido reconhecimento das condições naturais integradas à dimensão social para tal, embora muitos e significativos sejam os trabalhos acadêmicos que presem por essa abordagem sistêmica, aliada ao recorte físico-territorial da Bacia Hidrográfica, oferecendo propostas, por meio de Zoneamentos - ainda que de modo pontual no território brasileiro.

É interessante apontar, que os caminhos para o desenho de ordenamentos estão

fundamentalmente em assumir de maneira efetiva a contribuição de um arcabouço metodológico, como o geossistema, que oferece a lupa necessária para que se enxergue o que existe na constituição do território. Como tem feito diversos pesquisadores, em especial da Geografia, carecendo, entretanto, da atitude governamental – enquanto instância gestora do território – para dar efetividade as propostas sob essa intenção.

Portanto, o ensaio ora realizado, pode contribuir na compreensão dos conceitos por si e de modo integrado a outros pesquisadores, professores e estudantes que intentem progredir nesta agenda de pesquisa. Por ser natureza teórica, ainda suscita de outras questões de pesquisa, sobretudo, de ordem aplicada.

4. Referências

ALBUQUERQUE, F. N. B. de. Recurso natural, organização espacial e ordenamento territorial: mineração e degradação de terras na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE). 2015, 222f. **Tese** (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ALMEIDA, F. G. de. Ordenamento territorial e geografia física no processo de gestão ambiental. In: SANTOS, M.; BECKER, B. K. **Território, territórios**: ensaios sobre ordenamento territorial. 3ª edição. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011, p. 333 – 352.

ALVES, L. P. Análise das unidades de paisagem da microbacia do igarapé Moura, município de Castanhal (PA): subsídios para o planejamento/ordenamento territorial. 2013. 121 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Belém, 2013. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

BERTRAND, G. O. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço metodológico. Tradução: Olga Cruz. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 8, 2004. p. 141-152.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2012. p. 153-188.

CARVALHO, R. G. de. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 36, Volume Especial, p. 26-43, 2014.

COSTA, J. M. da. Elementos para pensar uma política de ordenamento territorial. **R. Pol. Públ.**, São Luís, v.16, n.1, p. 15-24, jan./jun. 2012.

HAESBAERT, Rogério. Ordenamento territorial. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 26, n. 1, 2006, p. 117-124.

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: Teixeira, W. *et al*. (Org). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 3ª reimp. p.114 – 138.

MACEDO, H. dos S. **Ordenamento territorial ambiental na bacia costeira caueira/Abais**. 2015, 195f. Dissertação (mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe.

MARQUES NETO, R., *et al*. Geossistemas: interpretação e aplicação de um conceito para uma proposta de zoneamento ambiental na bacia do Rio Paraibuna, Zona da Mata mineira. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia - MG, v.18, n. 63, p. 90 – 109, set. 2017.

MENDONÇA, F. **Geografia física**: ciência humana? 8. Ed. São Paulo: Contexto, 2014.

MORAES, A. C. R. Ordenamento Territorial: uma conceituação para o planejamento estratégico.

In: **Para pensar uma política nacional de ordenamento territorial**: anais da oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, Brasília, 13-14 de novembro de 2003/Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR) – Brasília: MI, 2005, p. 43-47.

NASCIMENTO, F. R. do. **O fenômeno da desertificação**. Goiânia: Ed. UGG, 2013.

NASCIMENTO, F. R. do; SAMPAIO, J. L. F. Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**, Sobral, v.6/7, nº 1, 2004/2005. Disponível em: https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/130. Acesso em: 01 de setembro de 2020.

PERES, R. B.; CHIQUITO, E. de A. Ordenamento territorial, meio ambiente e desenvolvimento regional: novas questões, possíveis articulações. **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, 2012, p. 71- 86.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em bacias hidrográficas. In: SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. de A. (org.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011, p. 29-42.

ROSS, J. S. L. **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios Para o Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

ROSS, J. **Ordenamento Territorial do Brasil**. Posgeog UFC. 20 jun. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=c1slL2bAvSY. Acesso em: 26 de dezembro de 2020.

RÜCKERT, Aldomar A. A política nacional de ordenamento territorial, Brasil. Uma política territorial contemporânea em construção. **Scripta Nova, revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Universidad de Barcelona, v. XI, n. 245 (66), p. 1-15, 2007. Nueva serie de Geo Crítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana. Disponível em: http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-24566.htm. Acesso em: 26 dez. 2020.

SILVA, V. R. Análise sócio-ambiental da bacia do rio Biguaçu-SC: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. 2007. 209 p. **Tese** (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2007, Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. DOI: 10.11606/T.8.2007.tde-03122007-110403.

SOUZA, M. J. N. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. **REDE – Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 7, n.2, p. 42-59, nov. 2011. Disponível em: http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/168. Acesso em: 01 de setembro de 2020.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 5, n. 10, 2006, p. 79-89.

VEADO, R. A. O **Geossistema**: Embasamento Teórico e Metodológico (Relatório de qualificação). UNESP: Rio Claro, 1995.

Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica Barra/Centenário, Salvador, Bahia

João Paulo Dantas Pita

Resumo
Este artigo visa a elaboração de uma análise morfométrica para a bacia hidrográfica Barra/Centenário, localizada em Salvador, Bahia. Ela ocupa uma área de 3,21 km^2, representando 1,14% do território municipal. Esta bacia encontra-se completamente urbanizada e foi alvo de inúmeras obras estruturais, como retificação, canalização, supressão das várzeas e aterramento de vales. Para o mapeamento, processamento de imagens e cálculos das características morfométricas foi de fundamental importância o uso do software livre QGIS (Versão 3.10 A Coruña). Os arquivos aqui trabalhados foram obtidos por meio dos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais (SEI) da Bahia e da Prefeitura de Salvador. Após o tratamento das imagens, foi possível estabelecer 18 índices morfométricos no total, sendo divididos entre características geométricas, características de relevo e características da rede de drenagem. Os resultados indicam, em teoria, uma bacia com cursos meandrantes, de baixo controle estrutural, baixa energia e pouca velocidade de escoamento, sendo considerada de drenagem pobre e levemente suscetível à enchentes e inundações.

Palavras-Chave: Parâmetros morfométricos; Características geométricas; Relevo; Rede de drenagem.

Abstract/
This paper aims to elaborate a morphometric analysis for the Barra/Centenário watershed, located in Salvador, Bahia. It occupies an area of 3.21 km^2, representing 1.14% of the municipal territory. This watershed is completely urbanized and has undergone numerous structural works, such as straightening, canalization, floodplain suppression and valley embankments. For the mapping, image processing and calculation of morphometric characteristics, the use of the free software QGIS (Version 3.10 A Coruña) was of fundamental importance. The files worked on here were obtained through the websites of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Superintendence of Economic and Social Studies (SEI) of Bahia and the Municipal Administration of Salvador. After the treatment of the images, it was possible to establish 18 morphometric parameters in total, divided between geometric features, terrain characteristics and drainage network characteristics. The results indicate, in theory, a river basin with meandering courses, of low structural control, low energy and little outlet velocity, being considered poorly drained and slightly susceptible to flooding.

Keywords: Morphometric parameters; Geometric features; Terrain; Drainage network.

1. Introdução

As bacias hidrográficas são notáveis áreas de análise, planejamento e gestão previstas em estudos, propostas e comitês. Através da lei federal nº 9.4333/1997, a popular Lei das Águas, que institucionaliza a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997), "a bacia hidrográfica passa a ser considerada unidade territorial ideal para o gerenciamento da água (...) Com isso, reconhece-se a opção do governo brasileiro pelo uso de entidades sistêmicas de gestão." (MORAES, 2016, p. 11).

A importância do recorte em bacia hidrográfica fica evidente nas diretrizes gerais de ação presentes na PNRH, que, dentre outros pontos, propõe a gestão sistêmica dos recursos hídricos, a integração entre recursos hídricos e gestão ambiental, a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo e a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras. (BRASIL, 1997).

Na prática, principalmente em meio urbano, as diretrizes gerais de ação presentes na PNRH não são uma regra no planejamento urbano, pelo contrário. Segundo TUCCI (2008, p.99) "existe uma visão limitada do que é a gestão integrada do solo urbano e da sua infra-estrutura", que ocorre por fatores como "falta de conhecimento (...) concepção inadequada dos profissionais de engenharia para o planejamento e controle dos sistemas (...) visão setorizada do planejamento urbano (...) e falta de capacidade gerencial". (TUCCI, 2008, p.99).

Uma visão limitada do planejamento urbano somada a uma ocupação urbana espontânea por grande parte da população podem desencadear diversos problemas relacionados à infraestrutura de água em meio urbano, dos quais pode-se citar: ausência de esgotamento sanitário adequado, causando doenças e poluição de rios, uma vez que muitos esgotos clandestinos são direcionados ao sistema fluvial; inexistência de sistema de drenagem, acarretando em enchentes e inundações; impermeabilização e canalizações de rios, fazendo aumentar a vazão de cheia; dentre outros. (TUCCI, 2008).

Diante do exposto, é notória a importância de respeitar as especificidades da bacia hidrográfica ao tomar decisões referentes ao uso e ocupação do solo. Tal prática pode evitar muitas das mazelas acima citadas. Neste sentido, a análise morfométrica de bacias hidrográficas é uma estratégia eficaz para a compreensão de particularidades e previsão do comportamento das mesmas frente à fenômenos como chuva, por exemplo. Através de cálculos morfométricos é possível conceber fatores como capacidade de drenar águas, velocidade de escoamento, suscetibilidade à enchentes e/ou inundações, entre outros.

Assim, a proposta deste trabalho é a análise morfométrica da bacia hidrográfica Barra/Centenário no que tange um total de 17 parâmetros, sendo 6 deles geométricos, 4 de relevo e 7 referentes à rede hidrográfica. Os resultados permitem compreender os seguintes aspectos: suscetibilidade à enchentes e/ou inundações, sinuosidade, grau do controle estrutural, energia e velocidade de escoamento superficial e capacidade de drenar águas.

2. Materiais e Métodos

2.1. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica Barra/Centenário está localizada na cidade de Salvador entre os paralelos 12°59'20" e 13°00'41" de Latitude Sul e os meridianos 38°30'46" e 38°32'4" de Longitude Oeste. Ela possui uma área de 3,21 km^2, o que corresponde a 1,14% do território municipal de Salvador, englobando os antigos e tradicionais bairros da Graça, Canela e Barra (SANTOS et al., 2010) e

cobrindo, em partes, os bairros do Calabar, Alto das Pombas, Ondina, Federação, Garcia, Vitória e Centro. Suas nascentes estão na Fonte Nossa Senhora da Graça e no Vale do Canela (SANTOS et al., 2010) e sua foz próxima ao Morro do Cristo, na praia do Farol da Barra. Entre nascentes e foz, seu rio, o Seixos, faz a maior parte do seu percurso por duas avenidas principais da cidade, a Reitor Miguel Calmon e a Centenário.

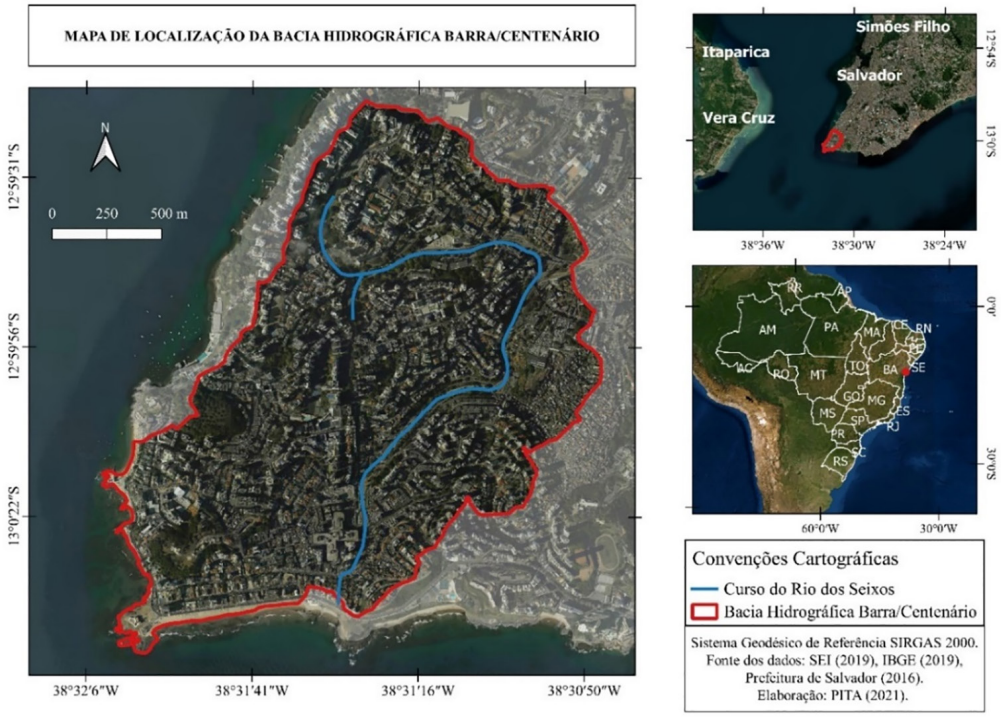


Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica Barra/Centenário.

Fonte: Autoria própria.

O rio, que é de pequeno porte, baixa vazão e raso, depende muito de chuvas para aumentar sua vazão (SANTOS et al., 2010). Ele encontra-se predominantemente tamponado, sendo que sua parte aberta está entre proximidades do colégio Odorico Tavares (saída da Av. Reitor Miguel Calmon) e o Pavilhão de Aulas do Canela da UFBA. Esse percurso tem aproximadamente 1,1 km de extensão, valendo ressaltar que nele o Seixos está limitado apenas por um canal estreito. Seguindo uma tendência passada, o rio teve seus meandros modificados em detrimento de um desenho mais retilíneo.

2.2. Aquisição e tratamento de dados

No intuito de atingir os objetivos aqui propostos, houve a necessidade de passar por três etapas principais. Na primeira delas, houve uma revisão de literatura concernente aos temas aqui abordados: bacias hidrográficas, análises morfométricas e enchentes e inundações.

A segunda etapa consistiu na busca e coleta de dados espaciais, inicialmente em modelo *shapefile,* visando apresentar e caracterizar a área de estudo. Esses arquivos foram obtidos junto aos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais (SEI) da Bahia e da Prefeitura de Salvador, que disponibilizou os dados espaciais do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de 2016, onde foi possível encontrar, dentre outros arquivos, a divisão territorial de Salvador em bacias hidrográficas.

Ainda na segunda etapa, houve a busca e coleta por arquivos *raster* em Modelo Digital de

Elevação (MDE), mais precisamente Modelo Digital de Terreno (MDT), tendo em vista a confecção do mapa hipsométrico. Mais uma vez, os dados puderam ser obtidos junto à Prefeitura de Salvador, desta vez através do site do Mapeamento Cartográfico de Salvador.

Na terceira etapa, que teve em vista o tratamento dos dados coletados na etapa anterior, foi fundamental o uso do *software* livre QGIS. Através dele foi possível confeccionar todos os mapas aqui postos. Por meio da ferramenta de criação de nova camada *shapefile*, ainda no QGIS, foi possível traçar a drenagem atualizada do rio dos Seixos, uma vez que os arquivos encontrados estavam obsoletos quanto a isso. Com a mesma ferramenta foi possível ainda fazer a distinção entre trecho aberto e trecho tamponado do rio.

O *software* foi utilizado também nos processos subsequentes. Por exemplo, a extração da área e perímetro foi feita através de sua calculadora de campo. Por meio do complemento *shapetools* foi possível realizar diversas medições, como cálculo do comprimento do eixo principal, cálculo do comprimento dos canais, entre outras.

2.3. Cálculo dos atributos morfométricos

2.3.1. Características Geométricas

Dois dos principais atributos morfométricos são área e perímetro da bacia, pois a partir deles é possível realizar cálculos de diversas outras variáveis morfométricas, como Comprimento do Eixo, Índice de Compacidade, Fator de Forma e Índice de Circularidade.

A área (de drenagem ou de contribuição) corresponde a todo o espaço drenado pelo conjunto do sistema fluvial, podendo ser expressa em m^2, km^2 ou ha (10.000 m^2). O perímetro, por sua vez, diz respeito à extensão da linha que a limita, ou seja, corresponde ao comprimento dos limites estabelecidos pelos divisores de água de uma bacia hidrográfica, podendo ser expresso em m ou km. (MACHADO & TORRES, 2012).

O comprimento do eixo (L) de uma bacia hidrográfica corresponde a uma extensão que vai de sua foz ao seu ponto mais longínquo. Através desse dado e da largura média (A) é possível calcular o fator de forma (Kf), uma vez que o fator de forma (Kf) corresponde a razão entre largura média (A) e o quadrado do comprimento do eixo (L), o que pode ser descrito na forma da seguinte equação: $Kf = A/L^2$ (VILLELA & MATTOS, 1975).

O índice de compacidade (Kc) corresponde a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área da bacia. Relação essa que pode ser calculada através da equação $Kc = 0{,}28 \times P/\sqrt{A}$ (VILLELA & MATTOS, 1975). Outro índice passível de ser calculado por meio dos dados de área total da bacia e seu perímetro é o de circularidade (Ic), através da equação $IC=(12{,}57xA)/P^2$ (CHRISTOFOLETTI, 1980).

2.3.2. Características do Relevo

Nas características do relevo, o uso do software QGIS foi indispensável. Através dele foi possível realizar o tratamento do MDT referente ao recorte da bacia hidrográfica Barra/Centenário. Na aba simbologia, aplicando a banda simples falsa cor é possível estabelecer as classes para hipsometria. Com as altitudes máximas e mínimas geradas, concebe-se tanto a amplitude altimétrica, que pode ser calculada através da subtração da maior cota de altitude com a menor, quanto a média altimétrica que pode ser obtida através da média aritmética entre os valores de maior altitude e de menor altitude.

2.3.3. Características da Rede de Drenagem

Para fins de definição das características da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica é importante ter primeiramente em questão sua hierarquia fluvial, sendo a ordenação dos canais fluviais o primeiro passo de uma análise morfométrica (CUNHA, 1994). Sobre a hierarquização dos canais, muitos autores optam pela metodologia primeiramente empregada por Robert Horton (1945), posteriormente modificada por Arthur Strahler (1952a), que funciona da seguinte forma, nas palavras de CHRISTOFOLETTI (1980, p. 106):

> Para Strahler, os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente.

Christofoletti (1980) faz também uma distinção das bacias hidrográficas de acordo com seu escoamento global. Segundo esta lógica, pode-se ter bacias exorreicas, quando o escoamento ocorre continuamente em direção ao mar; endorreicas, quando as drenagens são interiores, desembocando em lagos, dissipando-se em areias do deserto ou perdendo-se em depressões; arreicas, quando é inexistente uma estruturação em bacia hidrográfica, como em desertos; e, finalmente, criptorreicas, quando as bacias hidrográficas são subterrâneas.

É necessário ter registrado também os dados referentes aos comprimentos dos cursos d'água, uma vez que através deles e dos dados da área é possível chegar, por exemplo, na densidade de drenagem da bacia, trabalhando em cima da equação Dd = Lt / A, onde Dd corresponde a densidade de drenagem, Lt, o comprimento total dos canais e A, a área da bacia em questão (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Já o índice de sinuosidade (IS) pôde ser obtido através da relação entre os dados referentes ao comprimento total do canal principal (LCP) e aos dados referentes ao comprimento axial do canal principal (EV), gerando a seguinte equação: IS = LCP/EV (VILLELA & MATTOS, 1975).

3. Resultados e Discussão

3.1. Características Geométricas

A Barra/Centenário é uma bacia hidrográfica de pequeno porte, uma vez que sua área é de apenas 3,21 km^2. Seu perímetro é de 9,44 km e o comprimento do seu eixo é de 2,37 km. A partir desses 3 dados é possível investigar outras características geométricas, como índice de compacidade, fator de forma e índice de circularidade. Esses três índices fornecem importantes indícios sobre o comportamento da drenagem da bacia, por exemplo, se ela tende mais ao acúmulo de água ou ao escoamento superficial.

O índice de compacidade (Kc) é a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área dessa bacia. No que tange a suscetibilidade à enchentes e inundações: Kc entre 1 e 1,25 indicam formatos circulares e uma maior suscetibilidade; Kc acima de 1,50 indicam bacias mais irregulares e menor suscetibilidade. O Kc da bacia hidrográfica Barra/Centenário é de 1,47, o que a configura como uma bacia próxima ao que se considera pouco suscetível à enchentes e inundações.

O fator de forma (Kf) é a razão entre a largura média da bacia e seu comprimento de eixo (da

foz ao ponto mais longínquo da área). Referente a suscetibilidade à enchentes e inundações: Kf entre 1,00 – 0,75 representa forte suscetibilidade; Kf entre 0,75 – 0,50 indica uma suscetibilidade mediana; e Kf menor que 0,50 sinaliza fraca suscetibilidade. A Barra/Centenário possui um Kf de 0,57, indicando uma tendência mediana a encher e inundar.

O índice de circularidade (IC), assim como o de compacidade, também trabalha com a ideia de uma forma circular para definir a suscetibilidade à enchentes e inundações. Assim, IC próximos de 1 indicam bacias circulares e uma maior suscetibilidade; IC igual a 0,51 representam uma suscetibilidade mediana; e IC menores que 0,45 sinalizam bacias mais alongadas e menor suscetibilidade. A Barra/Centenário possui um IC de de 0,45, sendo considerada alongada e com pouca suscetibilidade à eventos de enchentes e inundações.

3.2. Características do Relevo

A bacia hidrográfica Barra/Centenário possui uma hipsometria de valores baixos. Seu maior ponto registrado é de 71 metros e o menor de 0,5 metros, quase a nível do mar. A amplitude altimétrica da bacia é de 70,5 metros e a média altimétrica é de 35 metros. Na Figura 2 é possível notar a presença do rio em vales, porém, como já foi dito, esses vales foram altamente modificados em detrimento de duas avenidas com alta circulação de veículos, a Reitor Miguel Calmon e a Centenário.

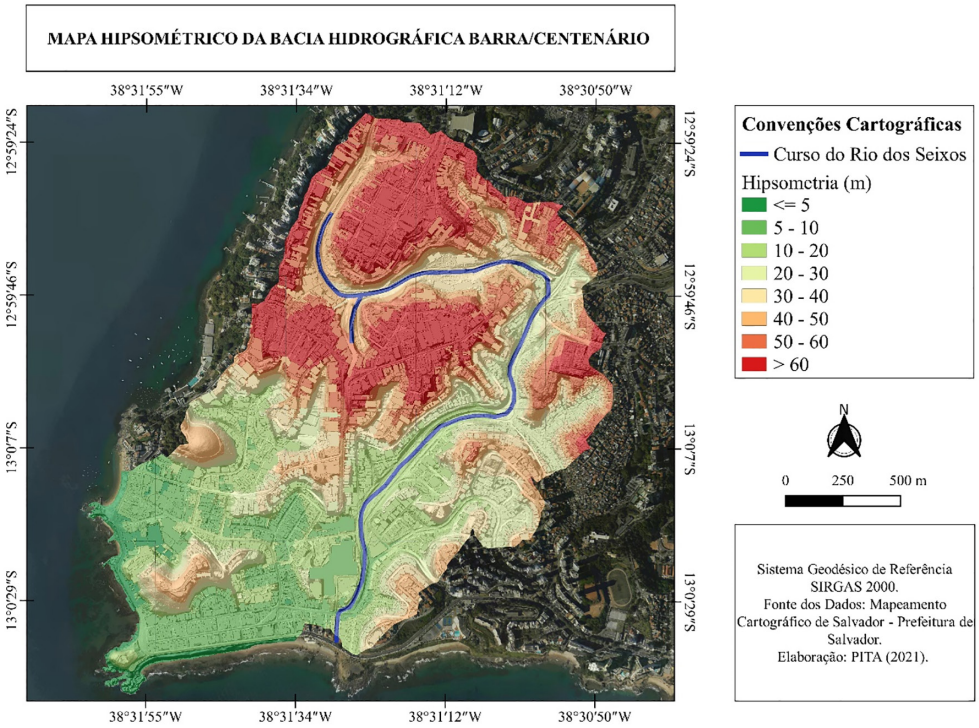


Figura 2: Mapa de hipsometria da Bacia Hidrográfica Barra/Centenário.

Fonte: Autoria própria.

3.3. Características da Rede de Drenagem

O rio dos Seixos é considerado um rio de 2ª ordem, segundo a metodologia para hierarquia fluvial aqui posta. Ele desagua nas águas da praia do Farol da Barra, o que confere a sua bacia uma qualidade exorreica. Seus cursos somam 3652 metros, mas é preciso esclarecer que desse total, 2553 metros estão tamponados e apenas 1099 metros estão abertos, embora longe das

condições ideais. As figuras 3 e 4 mostram respectivamente a espacialização e as condições dos trechos abertos e tamponados do Seixos.

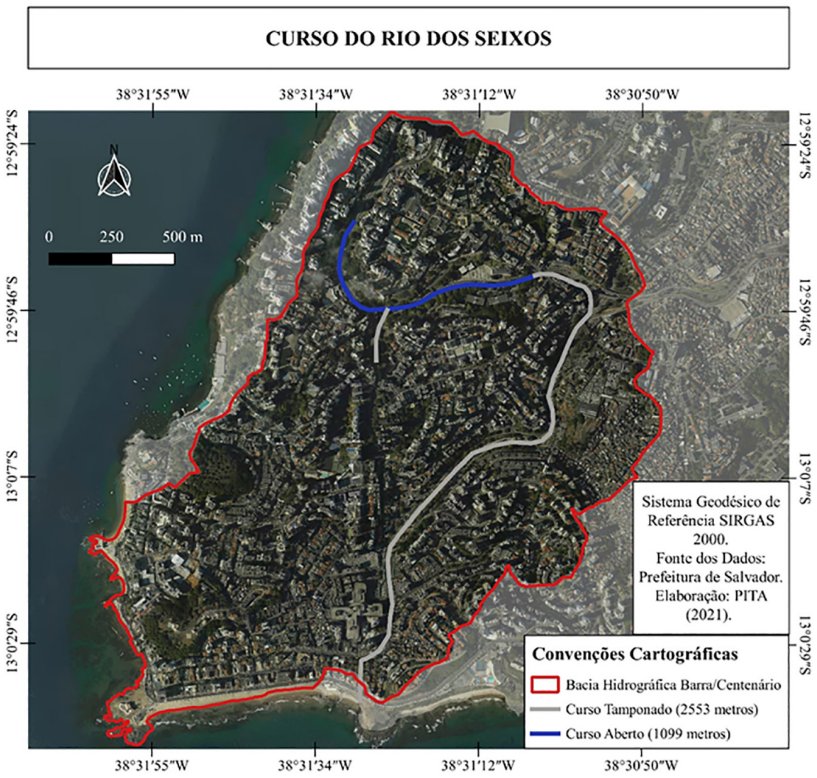


Figura 3: Mapa do curso do rio dos Seixos.

Fonte: Autoria própria.



Figura 4: Trecho aberto e canalizado do rio dos Seixos na avenida Reitor Miguel Calmon / Trecho tamponado do rio dos Seixos na avenida Centenário.

Fonte: Autoria própria.

A densidade de drenagem é responsável por definir a capacidade de drenar água de uma bacia hidrográfica. Ainda, "(...) à medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem". (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 116). Corroborando com essa afirmação, Villela e Mattos (1975), colocam índices entre 0,5 km/km^2 para bacias de drenagem pobre e índices superiores à 3,5 km/

km² para bacias bem drenadas". A bacia hidrográfica Barra/Centenário possui uma densidade de drenagem de 0,88 km/km², sendo, assim, considerada uma bacia com baixa capacidade de drenar águas.

O índice de sinuosidade (IS) é definido do resultado da relação entre o comprimento do canal principal e seu comprimento axial. Esse dado é importante para indicar a intensidade do controle estrutural e energia e velocidade do escoamento. IS com valores próximos a 1 indicam rios mais retilíneos, com maior controle estrutural e maior velocidade e energia de escoamento. Já os valores próximos a 2 indicam rios mais meandrantes, com pouco controle estrutural, baixa energia e menor velocidade de escoamento. O rio dos Seixos tem IS de 1,81, indicando um rio de menor controle estrutural, menor velocidade de escoamento e energia mais baixa.

Tabela 1: Resumo dos parâmetros morfométricos da Bacia Barra/Centenário.

Característica	Parâmetro	Valores (Unidade)
Geométrica	**Área da Bacia**	3,21 (km²)
Geométrica	Perímetro	9,44 (km)
Geométrica	Comprimento do Eixo	2,37 (km)
Geométrica	**Índice de Compacidade**	1,47 (adimensional)
Geométrica	Fator de Forma	0,57 (adimensional)
Geométrica	**Índice de Circularidade**	0,45 (adimensional)
Relevo	Altitude Máxima	71 (m)
Relevo	Altitude Mínima	0,5 (m)
Relevo	Amplitude Altimétrica	70,5 (m)
Relevo	Média Altimétrica	35,3 (m)
Rede de Drenagem	Comprimento Total dos Canais	3,65 (km)
Rede de Drenagem	Comprimento do Canal Principal	3,44 (km)
Rede de Drenagem	Comprimento Axial do Canal Principal	1,90 (km)
Rede de Drenagem	Comprimento dos Cursos Abertos	1,1 (km)
Rede de Drenagem	Comprimento dos Cursos Tamponados	2,55 (km)
Rede de Drenagem	Hierarquia Fluvial (Strahler)	2ª Ordem
Rede de Drenagem	Densidade de Drenagem	0,88 (km/km²)
Rede de Drenagem	**Índice de Sinuosidade**	1,81 (m/m)

Fonte: Autoria própria.

4. Considerações Finais

Diante dos resultados aqui expostos, é crucial enaltecer a importância do *software* livre QGIS, não só para elaboração dos mapas registrados neste trabalho, mas como forma de obtenção das variáveis para o cálculo de inúmeras características morfométricas trabalhadas aqui. As imagens em MDE disponibilizadas pelo Mapeamento Cartográfico de Salvador foram de grande valia para o estudo proposto, mesmo considerando as dificuldades no tocante à resolução que uma área de estudo com essas dimensões impõe.

Sobre a bacia hidrográfica Barra/Centenário, pode-se concluir, através dos parâmetros aqui analisados, que ela possui uma baixa capacidade de drenar águas e uma tendência leve à enchentes e inundações. O rio dos Seixos, apesar das inúmeras obras estruturais, é ainda considerado um rio

meandrante, com pouco controle estrutural, baixa energia e menor velocidade de escoamento.

É preciso salientar, no entanto, que diante da realidade atual da área de estudo aqui posta, alvo de inúmeras obras estruturais, ela tende a encher e inundar com uma facilidade maior do que as apontadas nos cálculos aqui postos. Ainda assim, a análise morfométrica é uma estratégia importante para compreender a influência na drenagem, escoamento e infiltração que as obras estruturais impelem a uma bacia hidrográfica.

5. Referências

BRASIL. Presidência da República. **Lei Federal 4.933/97.** Lei das Águas. Ministério da Casa Civil: Brasília, 1997.

CHRISTOFOLETTI. A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 200 p.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: Guerra; A. J. T; Cunha; S.B. (Org.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos.** 1ªed.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, v., p. 211-252.

MACHADO, P.J.O.; TORRES, F.T.P. **Introdução à hidrogeografia.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MORAES, M.E.B. de. Introdução. In: MORAES, M.E.B de; LORANDI, R. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas.** Editus, 2016. P. 9-14.

SANTOS, E. et al. **O caminho das águas em Salvador:** bacias hidrográficas, bairros e fontes. Salvador: CIAGS/UFBA, 2010.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Revista Estudos Avançados,** São Paulo: USP, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS BACIAS LITORÂNEAS DOS CALHAU, PIMENTA E URUBU – SÃO LUÍS, MA

DENYSE RAYANNA RODRIGUES RIBEIRO
LUCIANA AMORIM SOARES
ADILSON MATHEUS BORGES MACHADO
MARCELO HENRIQUE LOPES SILVA
LEONARDO SILVA SOARES

Resumo
Bacia hidrográfica é uma unidade de planejamento ambiental dos recursos hídricos, sua análise pode compreender indicadores de diferentes áreas temáticas. O objetivo deste trabalho foi indicar as características morfométricas de três bacias costeiras da cidade de São Luís. Para tanto, utilizou-se indicadores dos aspectos relacionados aos aspectos areal, linear e hipsométrico. Os resultados indicam que as bacias não são propensas a inundações, são dendríticas e de pequena dimensão, o que pode facilitar no manejo e no reflexo das ações ambientais em curto espaço de tempo. É necessário executar estratégias que ajustem a gestão do uso e ocupação do solo, como por exemplo a identificação e proteção das nascentes. O índice de circularidade, remete ao lento escoamento e sugere que a bacia é alongada. O índice de sinuosidade indicou que os canais são retilíneos e podem transportam mais sedimentos. O índice de rugosidade refletiu a baixa amplitude altimétrica das bacias. Logo, é necessário o manejo eficiente e contínuo nas unidades hidrológicas e dos múltiplos usos, pois a ocupação desordenada e ampliação das áreas impermeabilizadas podem tornar as bacias suscetíveis a inundações, sobretudo, nas áreas de topografia mais baixa.

Palavras-Chave: Morfometria; Bacias Litorâneas; Hidrografia.

Abstract
Hydrographic basin is an environmental planning unit for water resources, its analysis can include indicators from different thematic areas enabling a systemic assessment of environmental and territorial dynamics. The objective of this work was to indicate the morphometric characteristics of three coastal basins in the city of São Luís. For that, indicators of aspects related to the sandy, linear and hypsometric aspects were used. The results indicate that the basins are not prone to flooding, they are dendritic and small in size, which can facilitate the management and reflection of environmental actions in a short period of time. It is necessary to implement strategies that adjust the management of land use and occupation, such as the identification and protection of springs. The circularity index, refers to the slow flow and suggests that the basin is elongated. The sinuosity index indicated that the channels are straight and can carry more sediment. The roughness index reflected the low altimetric amplitude of the basins. Therefore, efficient and continuous management in hydrological units and multiple uses is necessary, as the disorderly occupation and expansion of impermeable areas can make the basins susceptible to flooding, especially in areas of lower topography.

Keywords: Morphometry; Coastal Basins; Hydrography.

1. Introdução

A Bacia hidrográfica é uma unidade ambiental complexa, possui sua área definida topograficamente, geralmente drenada por um curso de água ou abastecida por um sistema interligado de cursos de água, estes afluentes devem descarregar através de uma única saída secção de referência da bacia (GUIMARÃES, 2012).

Para Soares (2010), as bacias hidrográficas localizadas na Ilha do Maranhão estão inseridas no cenário, onde observa-se rápido crescimento demográfico, acompanhado de uma multiplicidade de atividades humanas que exploram e consomem os recursos naturais e, simultaneamente, produzem diversas quantidades de resíduos, poluentes e interferências no ambiente natural.

Por sua vez, a morfometria trata do estudo das formas físicas e terrestres do relevo, sua aplicação deve ser pautada na compreensão de um conjunto de indicadores de diferentes áreas temáticas (areal, linear e hipsométrico), possibilitando a avaliação sistêmica da dinâmica ambiental e territorial da sua área de abrangência (SOARES et al., 2016).

As variáveis morfométricas auxiliam na identificação de áreas sujeitas a enchentes e inundações, e a partir do resultado obtido pode-se analisar mais claramente o uso dessas áreas (BARROS et al., 2016). Sua avaliação possibilita estabelecer classificações em categorias distintas subsidiando atividades econômicas indutoras de transformações ambientais (PAUNGARTTEN; SANTOS, 2019).

O presente estudo tem o objetivo de caracterizar a morfometria das bacias hidrográficas dos rios Calhau, Pimenta e Urubu, São Luís – MA. As informações geradas podem subsidiar o processo de planejamento destas unidades e de tomada de decisão com relação ao de gerenciamento dos recursos hídricos da Ilha do Maranhão.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

A Ilha do Maranhão (Ilha de São Luís) está localizada entre as coordenadas de 02°24’09” e 02°46’13” S e 44°01’20” e 44°29’47” W de Greenwich, encontrando como limites a oeste a baía de São Marcos; a leste a baía de São José; ao sul o Estreito dos Mosquitos e ao norte o Oceano Atlântico. Na ilha, existem quatro municípios: São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa (COELHO, 2006).

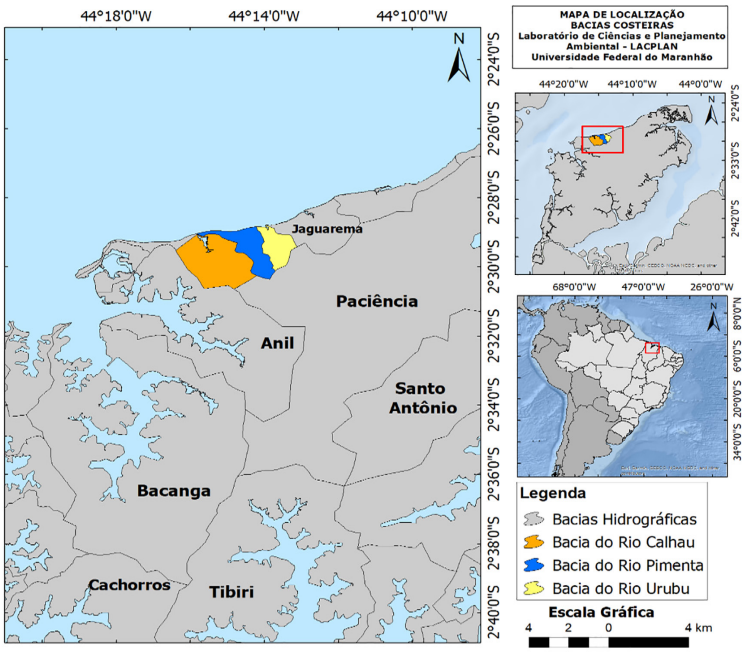


Figura 1: Mapa de localização das bacias hidrográficas litorâneas Calhau, Pimenta e Urubu.
Fonte: Autores.

2.2 Materiais e Métodos

As etapas da pesquisa necessárias para caracterização morfométrica das bacias hidrográficas seguiram as recomendações de Soares et al. (2016), conforme procedimentos apresentados a seguir:

Primeira etapa: iniciou-se com a aquisição dos dados cartográficos (formato digital) nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que foram utilizados para a elaboração dos mapas temáticos baseados nas seguintes fontes:

Segunda etapa: Executada no Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas SPRING/INPE, versão 5.0, consistiu na criação e modelagem do banco de dados. Optou-se pela utilização da projeção Universal Transversa de Mercator, modelos da Terra em DATUM – SIRGAS 2000, hemisfério sul, na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23S.

Terceira etapa: Foi elaborado o Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir das curvas de nível com resolução espacial de 10 metros, utilizando-se a ferramenta *Topo to Raster* que emprega método de interpolação especificamente projetado para criar modelos digitais do terreno hidrologicamente corretos.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi elaborado a partir das curvas de nível com resolução espacial de 10 metros, utilizando o software QGIS 3.10.10, que emprega um método de interpolação especificamente desenvolvido para criação de modelos digitais do terreno hidrologicamente corretos.

3. Resultados e Discussão

O planejamento e gestão dos recursos naturais exige alta precisão de dados. Por conseguinte, usa-se a bacia hidrográfica como unidade hidrológica para um melhor planejamento e gestão, subsidiando a gestão de questões-chave, tais como: a degradação do solo, a erosão do solo e previsão de secas e inundações (AHER et al., 2014). O relevo da bacia depende da geologia

subjacente, geomorfologia e características de drenagem da região. É o melhor indicador dos estágios erosivos de qualquer bacia hidrográfica.

A hipsometria das bacias analisadas apresentou variações de altitude entre 4 até 40 metros, tais variações são esperadas para bacias de pequena dimensão costeiras (Figura 2). As áreas de maior nível topográfico estão relacionadas aos trechos onde foram identificados os divisores de água, por outro lado, as zonas mais baixas ocorrem nas proximidades do rio principal das bacias (Figura 2). Entre as bacias, verificou-se valores mais acentuados na bacia Pimenta, com altitude **máxima** de 54,69 metros. (Figura 2 e Tabela 2).

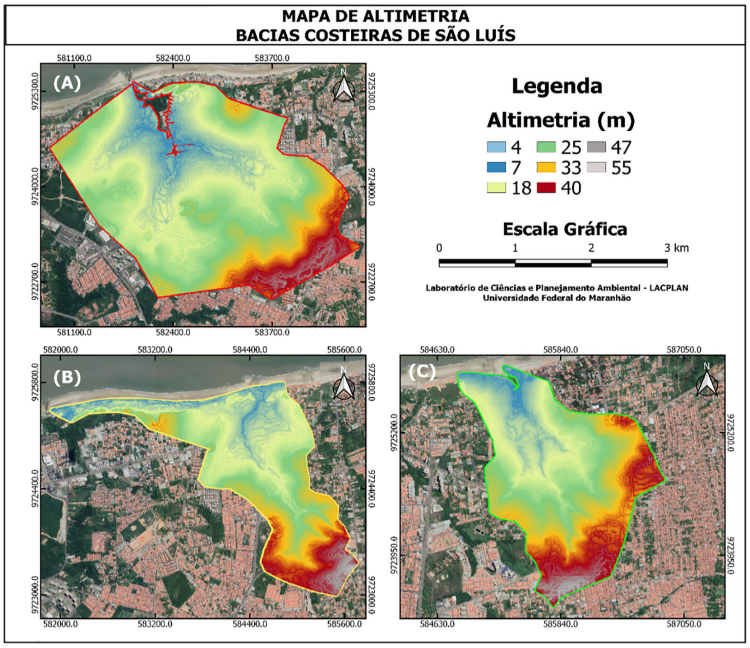


Figura 2: Altimetrias das bacias hidrográficas litorâneas de São Luís, Maranhão bacia (A) Calhau, (B) bacia do Pimenta e (C) bacia do Urubu.

Fonte: Autoria própria.

O padrão de drenagem das bacias foi classificado como dendrítico. O índice de rugosidade refletiu a baixa amplitude altimétrica caraterísticas de bacias com vertentes de baixa declividade e de pouca extensão (Tabela 1). O índice de circularidade (Ic), apresentou valores menores que 0,51. O resultado indica que as bacias tendem a ser mais alongadas, favorecendo o processo de escoamento (SCHUMM, 1956) (Tabela 1). Esse resultado demonstra também que a bacia possui um estágio geomorfológico maduro (MAHALA, 2020).

Tabela 1: Parâmetros morfométricas das bacias hidrográficas dos rios Calhau, Pimenta e Urubu.

Parâmetro	Fórmula	Calhau	Pimenta	Urubu
Padrão de drenagem	Christofoletti (1980)	Dendrítica	Dendrítica	Dendrítica
Relação de relevo (Rr)	Rr=AA/Lp	0,012	0,015	0,019
Razão de Relevo Relativo	RRr=AA/P	0,0027	0,0043	0,0063
Índice de rugosidade	Ir=AA*Dd	0,275	0,114	0,216
Coeficiente de compacidade (Kc)	Kc=0,2821xP/raiz (A)	1,71799	1,78477	1,39705
Fator de forma (F)	F=A/L2	0,63	0,40	0,41
Índice de circularidade (Ic)	IC=12,57xA/P2	0,34	0,31	0,51
Densidade de Drenagem (Dd) (km/km^2)	Dd=Lt/A	6,11	2,25	4,29

Densidade hidrográfica (Dh) (canais/km²)	Dh=N/A	46,518	25,000	35,521
Razão de Textura (Nt/km)	T = N/P	21,071	7,414	11,543
Índice de sinuosidade (Is)	Is=Lp/Dv	1233,90	1324,11	1287,80
Coeficiente de manutenção (Cm)	Cm=(1/Dd) x1000	163,7	444,4	232,9
Gradiente de canais (Gc)	Gc=H-h/L	0,013	0,017	0,020
Razão de alongamento	Re=1,128XA/L	0,51	0,40	0,41

Onde: A – Área da bacia; AA – Amplitude altimétrica; L² - Comprimento do curso d'água principal; Ic – índice de circularidade; Dd – densidade de drenagem; Lt - Comprimento total dos canais; Dh – densidade hidrográfica; T - Razão de textura; N – Número de rios; P – Perímetro da bacia; Dv – Distância vetorial do canal principal; Is – Índice de sinuosidade; Cm – Coeficiente de manutenção; H – Altitude média da bacia; h – Altitude de intersecções e Re – razão de alongamento.

Fonte: Autoria própria.

O índice de circularidade (Ic), apresenta valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, desta forma favorece o processo de escoamento (SCHUMM, 1956); como é visto nas bacias do Calhau e Pimenta, para a bacia do Urubu o dado corresponde a 0,51.

O padrão de drenagem é caracterizado como dendrítico. A razão de relevo relativo possui diferenças de 0,0027 na bacia do Calhau e a maior relação está no Urubu com 0,0063. O índice de rugosidade indica que os resultados são reflexo da baixa amplitude altimétrica, que ocorrem vertentes de baixa declividade e de pouca extensão; na bacia Pimenta com 0,114 e o maior no Calhau 0,275 e estes apresentam amplitude de 0,161.

Quando o valor de densidade de drenagem (Dd) é superior a densidade hidrográfica (Dh), denota-se que há o reflexo de maior número de canais e com comprimentos mais breves.

A razão de textura (Nt) busca expressar o espaçamento entre os canais de drenagem. As bacias foram enquadradas como tipologia média, com padrão de relevo pouco dissecado pelo sistema de drenagem temos no Calhau 21,071 rios/km e Pimenta com 7,414 rios/km.

Com relação aos índices morfométricos, percebe-se que as bacias são caracterizadas como de pequena dimensão, com áreas variando entre 7,61 km² na bacia do Calhau até 2,59 km² na bacia do Urubu (Tabela 2). O valor de Relação de relevo (Rr) da bacia do Rio Calhau é 0,012, mesmo valor encontrado por Mahala (2020) na Bacia de Kosi, que se enquadra na categoria moderada (Tabela 2). Este valor indica que a maior parte da área da bacia está localizada sob uma área da planície de baixo relevo, causando este baixo valor, que também é indicativo de alto fluxo superficial.

Tabela 2: Características morfométricas das bacias hidrográficas dos rios Calhau, Pimenta e Urubu.

Características	Unidade	Calhau	Pimenta	Urubu
Área total	km²	7,61	3,52	2,59
Perímetro	km	16,80	11,87	7,97
Perímetro	m	16800,00	11870,00	7970,00
Comprimento do canal principal	m	3640,00	3350,00	2640,00
Comprimento total dos cursos d'água	km	46,50	7,92	11,12
Número de cursos d'água	unid	354,00	88,00	92,00
Altitude máxima	m	49,00	54,69	54,42
Altitude mínima	m	4,00	4,00	4,00
Altitude média	m	23,22	25,36	26,95
Amplitude Altimétrica	km	0,05	0,05	0,05
Amplitude Altimétrica	(m)	45,00	50,69	50,42
Comprimento do eixo da bacia	km	3,47	2,97	2,50
Altitude máxima do canal	m	32,28	42,00	40,00

Altitude mínima do canal	m	4,00	4,67	4,00
Distância vetorial do canal principal	km	2,95	2,53	2,05
Ordem da Drenagem	-	5ª	4ª	4ª

Fonte: Autoria própria.

A rede hidrográfica das três bacias totalizou 534 cursos d'águas, dos quais 44% são de primeira ordem, 23,97% de segunda ordem, 21,35% de terceira ordem, 8,43% de quarta ordem e 2,25% de quinta ordem (Tabela 3 e Figura 3).

Tabela 3: Propriedades da rede de drenagem e ordenamento das bacias hidrográficas dos rios Calhau, Pimenta e Urubu.

Parâmetros	Bacia Rio Calhau	Bacia Rio Pimenta	Bacia Rio Urubu
Área da Bacia (km²)	7,61	3,52	2,59
Área de Drenagem (km²)	7,61	3,52	2,59
Perímetro - km	16,80	11,87	7,97
1ª Ordem	151	45	39
2ª Ordem	86	20	22
3ª Ordem	69	18	27
4ª Ordem	36	5	4
5ª Ordem	12	0	0
Comprimento do curso d'água principal (km)	3,64	3,35	2,64
Comprimento total dos cursos d'água (km)	46,50	7,92	11,12

Fonte: Autoria própria.

O índice de sinuosidade (Is) dispõe sobre a razão do comprimento do canal principal e distância entre os pontos extremos do canal principal. Os valores implicam em aferir que os canais são retilíneos e podem transportam mais sedimentos. As bacias apresentam ordem hierárquica alta, considerando o sistema de drenagem, sendo de 5ª ordem no Calhau e de 4ª ordem para os rios Pimenta e Urubu (Figura 3). Estes resultados apontam para a necessidade de um manejo efetivo dos sistemas de drenagem, especialmente os de 1º e 2º ordem hierárquica.

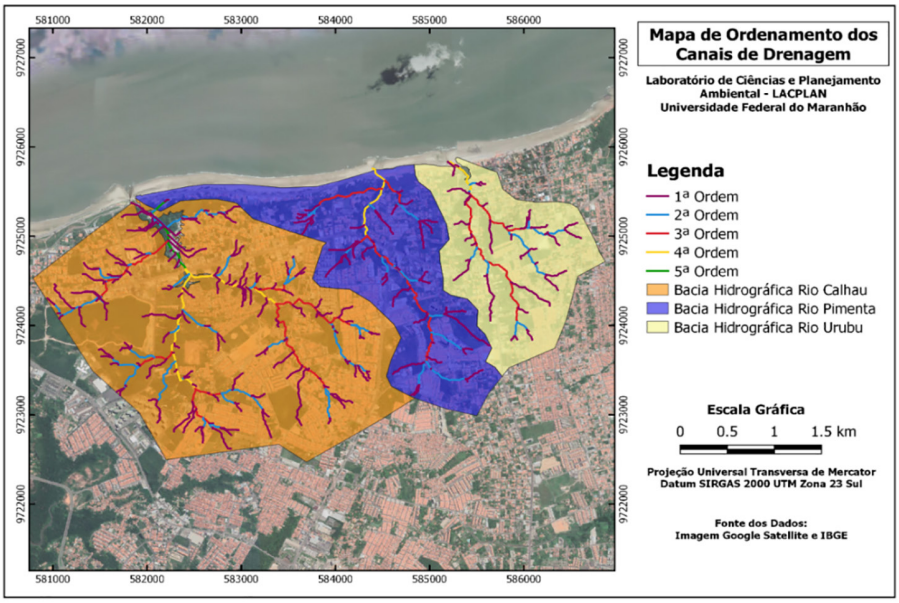


Figura 3: Mapa de ordenamento dos rios das Bacias Costeiras dos Rios Calhau, Pimenta e Urubu.

Fonte: Autoria própria.

É perceptível a pressão da urbanização no interior das bacias hidrográficas estudadas, o uso e ocupação desordenado causou uma antropização da paisagem e redução das áreas verdes. Outro fenômeno observado foi a ocupação dos canais de drenagem de primeira ordem hierárquica das bacias, estes impactos são potencializados devido **à** pressão da especulação nestas bacias hidrográficas, uma vez que se situam nas zonas mais valorizadas de São Luís.

4. Considerações Finais

As bacias dos rios Calhau, Pimenta e Urubu são bacias de pequena dimensão, caracterizadas com padrão de drenagem dendrítico, onde prevalecem canais de primeira ordem. As características ensejam para a necessidade de atenção pelos gestores públicos quanto a execução de estratégias de gestão territorial, especialmente com ações para proteção das nascentes.

A densidade de drenagem e densidade hidrográfica são baixas e indicam tendência de resposta hidrológica lenta. O índice de circularidade denota sobre o processo de escoamento e sugere que a bacia é alongada. O índice de sinuosidade evidenciou que os canais principais são retilíneos e apresentam potencial alto de transporte de sedimentos. Os resultados para o índice de rugosidade indicam que os resultados são reflexo da baixa amplitude altimétrica das bacias.

Logo, salienta-se que o manejo eficiente e contínuo nas unidades hidrológicas, sobretudo nas nascentes, pois a ocupação desordenada e ampliação das áreas impermeabilizadas podem tornar as bacias suscetíveis a inundações, sobretudo, nas áreas de topografia mais baixa.

5. Referências

AHER, P. D.; ADINARAYANA, J.; GORANTIWAR S. D. Quantification of morphometric characterization and prioritization for management planning in semi-arid tropics of India: A remote sensing and GIS approach. **Journal of Hydrology**, v. 511, p. 850–860, 2014.

BARROS, D.; SILVA, Q. V.; TEIXEIRA, E. C.; COSTA, C. M.; SANTANA, R. G. Morfometria, uso e cobertura do solo como indicadores de enchentes e inundações na Bacia do Rio do Prata, Ilha do Maranhão. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade,** v. 3, n. 5, p, 217-226, 2016. ISSN 2359-1412.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, **Editora Blucher**, 1980. ISBN 978-85-212-0130-4.

COELHO, C. J. C. 2006. **Aspectos da Disponibilidade e dos Usos da Água na Bacia do Bacanga/ Ilha do Maranhão (Ilha de São Luís) - MA.** São Luís, 125 p. Monografia (Curso Ciências Aquáticas). Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão.

GUIMARÃES, R. C. 2012. **"Capitulo 2 – Bacia Hidrográfica",** in: SHAIDIAN, S.; GUIMARÃES, C. R.; RODRIGUES, C. M. (editores), Hidrologia Agrícola. ECT, ICAAM, Universidade de Évora. Disponível em: <http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/7988/1/Capitulo_2_Bacia_Hidrogr%C3%A1fica.pdf>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. 2015. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 18 de nov. de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Localidades. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/territ_localidades.shtm>. Acesso em 10 de mar de 2020.

MAHALA, A. The significance of morphometric analysis to understand the hydrological and morphological characteristics in two different morpho-climatic settings. **Applied Water Science**,

v. 10, n. 1, p. 1-16, 2020.

PAUNGARTTEN, S. P. L.; SANTOS, J. O. Geoprocessamento aplicado a fragilidade ambiental no município Fronteiriço de Oiapoque, Amapá – Brasil. **Revista Equador** (UFPI), v. 8, nº 2, p. 66-77, 2019.

SCHUMM S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin,** v. 67, p. 597-646, 1956.

SOARES, L. S. **Avaliação da Aplicação do "Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas" como Subsídios para Formulação de Políticas Públicas de Conservação das Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Batatã e Maracanã, Ilha de São Luís – MA**. 2010. 216 p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas), Universidade Federal do Maranhão. 2010.

SOARES, L. S; LOPES, W. G. R; CASTRO, A. C. L; ARAUJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização das bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do departamento de geografia**, v. 31, p. 82-100, 2016.

Análise Multitemporal de Cobertura e Uso do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté, Pará

Rafaela Epitácio de Sousa
Suzanne de Oliveira Melo
Sanae Nogueira Hayashi

Resumo
As bacias hidrográficas possuem papel primordial no desenvolvimento de uma sociedade, pois os seres vivos utilizam de seus diversos benefícios para sua subsistência, porém as atividades antrópicas podem provocar alterações negativas, comprometendo a conservação da bacia e dos serviços ambientais oferecidos por ela. A micro bacia do rio Caeté possui cerca de 149 quilômetros de extensão e passa por municípios, vilas, comunidades ribeirinhas e algumas indústrias. Assim, este trabalho tem como objetivo, identificar as alterações da cobertura da terra entre 1985 e 2019, na bacia de Rio Caeté. Para a delimitação da bacia foi utilizado um Modelo digital de Elevação e para o mapa de cobertura e uso da terra, foram utilizadas imagens do Mapbiomas dos anos estudados. Os resultados indicaram que há uma intensa substituição de mata nativa por pastagem, durante a variação ocorrida nos anos em estudo, a classe teve um aumento de 15,32% expandido entorno de 597,35 km^2 de área da bacia. Comportamento semelhante foi observado na classe de infraestrutura urbana, onde as áreas com expansão urbana obtiveram um crescimento de 72,05%. A partir da metodologia empregada nesse trabalho tornou possível identificar uma tendência de transformação desordenada na ocupação do solo**.**

Palavras-Chave: Mapbiomas; Topodata; Geoprocessamento.

Abstract
O Hydrographic basins play a fundamental role in the development of a society, as living beings use their diverse benefits for their subsistence, but human activities can cause negative changes, compromising the conservation of the basin and the environmental services offered by it. The micro basin of the Caeté River is about 149 kilometers long and passes through municipalities, towns, riverside communities and some industries. Thus, this work aims to identify changes in land cover between 1985 and 2019, in the Rio Caeté basin. For the delimitation of the basin, a digital Elevation Model was used and for the map of land cover and use, images of Mapbiomas from the years studied were used. The results indicated that there is an intense substitution of native forest for pasture, during the variation occurred in the years under study, the class had an increase of 15.32% expanded around 597.35 km2 of basin area. Similar behavior was observed in the urban infrastructure class, where the areas with urban expansion achieved a growth of 72.05%. From the methodology used in this work, it became possible to identify a disorderly transformation trend in land occupation.

Keywords: Mapbiomas; Topodata; Geoprocessing.

1. Introdução

O Brasil é um dos países que possui um dos maiores níveis de água, sendo estimados 12% a disponibilidade de água doce do planeta no território brasileiro, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2020a, 2020c). Hoje, são 12 regiões hidrográficas dentro do país que estabelecem bacias, grupo de bacias e sub-bacias (ANA, 2020b). As bacias hidrográficas possuem papel primordial no desenvolvimento de uma sociedade, tendo como base, que os seres vivos utilizam de seus diversos benefícios para sua subsistência e, fazendo com que muitas cidades sejam geradas próximas ou às margens delas. No entanto, o crescimento desordenado da população sem o planejamento territorial adequado acarretou em uma distribuição desigual da água, onde determinadas regiões são ricamente banhadas pelos recursos hídricos, enquanto outras sofrem com sua escassez (FAY; SILVA, 2006).

O solo é responsável por movimentar a água através da infiltração, percolação e escoamento. As diversas formas de manejo do solo, ocupação por indústrias às margens dos rios, falta de saneamento básico nas cidades próximas, fossas negras, descarte irregular de lixo, entre outras atividades antrópicas, influenciam diretamente no comportamento da água e podem provocar alterações negativas no seu ciclo, comprometendo a conservação da bacia e dos serviços ambientais oferecidos por ela (GOMES *et al*., 2012). O gerenciamento do uso e ocupação do solo, no que concerne o entorno dessas bacias, é imprescindível para a qualidade do corpo hídrico e para o seu desenvolvimento sustentável ao longo dos anos (BORGES, 2002).

O desgaste de resíduos irregular nos rios é recorrente e perdura ao longo das últimas décadas na maioria dos municípios do país, mesmo com a criação de leis e projetos que amparem o uso correto desses serviços ambientais, como a Lei das Águas do Brasil, lei nº 9.433 de 1997, o Plano Nacional de Recursos Hídricos, o Comitê de Bacias Hidrográficas, dentre outros projetos implantados pela ANA, onde são determinados os objetivos e as diretrizes para a correta gestão dessas bacias.

Tais danos, causados a partir da falta de consciência ambiental, trazem impactos negativos como: aumento na eutrofização pela baixa oxigenação da água, diminuição da vida aquática e sua biodiversidade, assoreamento do rio, contaminação das águas por efluentes industriais e domésticos, agrotóxicos, podendo chegar até as águas utilizadas para abastecimento humano, aumentando, assim, riscos à saúde pública (FAY; SILVA, 2006) (BUCCI; OLIVEIRA, 2014). Com consequências, esses impactos podem promover alguns surtos epidêmicos como doenças relacionadas ao trato intestinal e ser responsáveis por produzir vírus e bactérias que podem chegar a níveis mundiais de proliferação (FREITAS *et al*., 2001).

Estudos voltados ao monitoramento ambiental em suas diversas esferas vêm ganhando destaque após o início da pandemia da COVID-19, onde diante de tanto sofrimento, dor e mortes foi possível observar, mundialmente, o quanto os seres humanos estão impactando maleficamente o meio em que vivem e, que se faz necessário um novo olhar para a preservação ambiental (CARMO *et al*., 2020).

A micro bacia do rio Caeté possui cerca de 149 quilômetros de extensão (GORAYEB *et al.*, 2009) e passa por municípios, vilas, comunidades ribeirinhas e algumas indústrias. Mesmo que, amparada por leis ambientais, a micro bacia não possui a gestão e o monitoramento ambiental devido, colocando-a a mercê de todos os problemas citados acima e tantos outros provenientes da ausência de fiscalização eficiente e atuante. O mapeamento de uso e ocupação do solo e a avaliação de possíveis impactos ambientais que podem estar sendo ocasionados, tanto ao meio ambiente, quanto a população que vive ao entorno dessas bacias são passos primordiais para que se inicie, juntamente com os órgãos responsáveis, o encaminhamento de uma nova visão

ambiental para o corpo hídrico. Assim, ao serem constatados os impactos ambientais negativos, medidas poderão ser tomadas para o melhor gerenciamento do meio ambiente local e, de serviços ambientais, incluindo a saúde pública, tornando o seu desenvolvimento sustentável e equitativo ao longo dos anos.

Considerando o âmbito da micro bacia do rio Caeté pela sua crescente ocupação humana desordenada ao entorno dela que, segundo Bucci e Oliveira (2014), provoca degradação e desequilíbrio naquele ambiente, desencadeando impactos ambientais negativos, a falta de planejamento dos órgãos públicos e sociedade local da região contribuem para que isso aconteça, tornando-se evidente a necessidade da implantação de políticas públicas realmente eficazes e que viabilizem planos de desenvolvimento sustentável para as gerações futuras através de pesquisas acadêmicas que são ferramentas essenciais para a construção desses planos de trabalho (HOMMA *et al*., 2020).

Considerando as mudanças no uso e ocupação do solo, a ausência de manutenção dos corpos hídricos, a água daquele meio e seus variados usos ao longo de toda a bacia podem estar afetando os seres viventes pela sua má utilização. Isso contribui para um desgaste na saúde pública da região, permitindo o contágio de variados tipos de doenças e até o aumento de epidemias já bastante conhecidas no Brasil como as variações de vírus transmitidos pelo mosquito Aedes Aegypti (CARMO *et al*., 2020).

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é, a partir do uso de tecnologias do geoprocessamento, identificar e analisar as mudanças temporais ocorridas no solo da bacia do Rio Caeté, através dos dados anuais de classificação de uso e ocupação da terra fornecido pelo projeto MapBiomas, entre os anos de 1985 e 2019.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde a bacia hidrográfica do rio Caeté, ela está situada na Região Norte do Brasil, localizada na mesorregião do nordeste paraense, no estado do Pará (Figura 1). A bacia possui uma área entorno de 2.195 km^2 e extensão do rio principal de 149 km, ela banha parcialmente sete municípios ao longo do seu percurso, da nascente até a foz, os quais são: Bonito, Bragança, Tracuateua, Ourém, Augusto Corrêa, Capanema e Santa Luzia do Pará, que compreendem o Bioma Amazônico (GORAYEB *et al*., 2009).

Essa região pertencente ao Bioma Amazônico, apresentando um clima tipicamente tropical chuvoso, com temperatura que varia entre 21,2° C a 30,8° C, sendo a média de 26° C (OLIVEIRA JUNIOR *et al*., 1999). Durante o ano as chuvas não se distribuem proporcionalmente, concentrando-se nos meses de janeiro a junho (80%), implicando grandes excedentes hídricos e cheias dos rios (PARÁ, 2004).

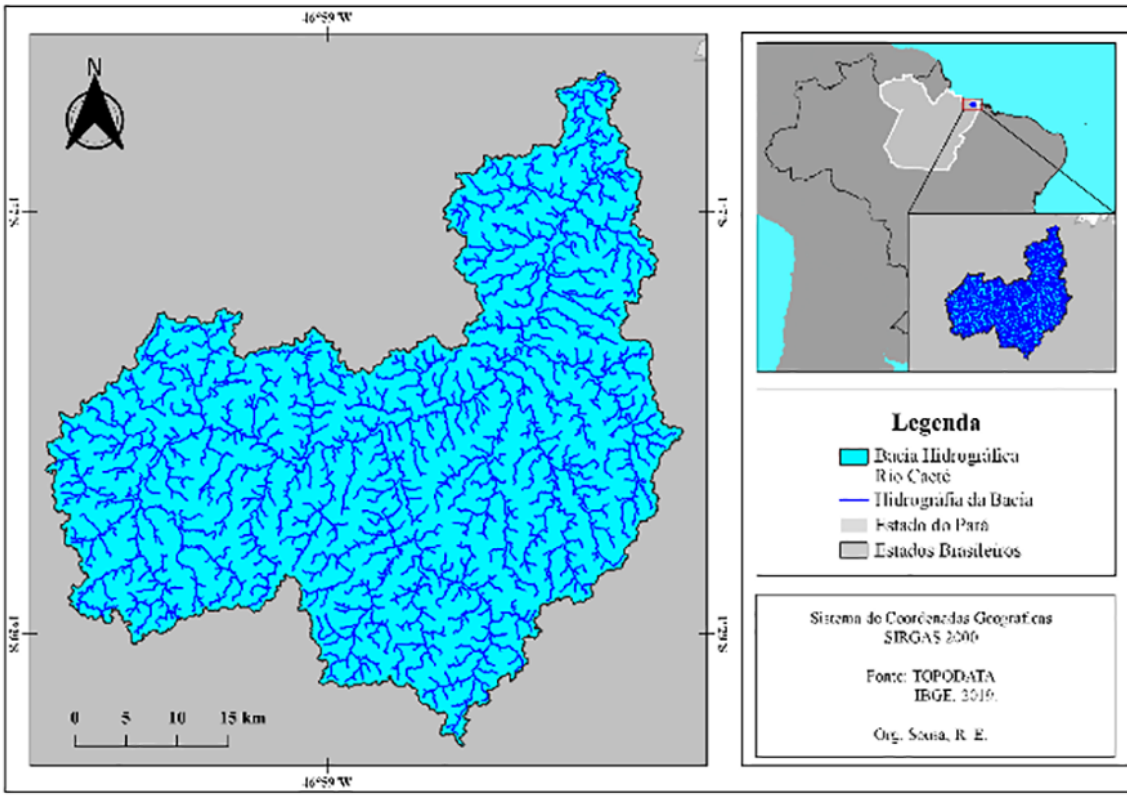


Figura 1: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté.

Fonte: Autores, 2021.

2.2 Coleta de dados

Metodologicamente este trabalho se consistiu em três etapas: revisão bibliográfica, aquisição de dados, processamento e análise das informações obtidas. O levantamento bibliográfico permitiu selecionar estudos relacionados às questões ambientais envolvendo estudos relacionados a bacia.

Para a obtenção da delimitação do divisor topográfico foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado de uma imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), obtida pelo projeto Topodata (www.dsr.inpe.br/topodata). Esse projeto, submete a imagem original SRTM a um processamento que modifica a resolução espacial do grid, através de técnicas de geoestatística e interpolação por krigagem as unidades equivalentes a dimensões de 90 x 90 metros no terreno, resultam em imagens com píxel para 30 x 30 metros (VALERIANO; ROSSETTI, 2010). As cenas utilizadas foram as identificadas como 00S48, 01S48, 00S465 e 01S465.

Em busca de uma análise multitemporal de uso e ocupação do solo para se compreender melhor as modificações ocorridas nessa bacia, optou-se pelos resultados do Projeto Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomas), que fornece dados desde o ano de 1985, tornando possível analisar a variação ocorrida ao longo dos anos. Foi utilizado os dados da Coleção 5 do bioma Amazônico, disponibilizado em 2020 com 17 classes ao todo. Para a seleção das imagens foi considerado que as mesmas possuíssem uma diferença de anos entre elas, as imagens selecionadas correspondem aos anos de 1985 e 2019.

O MapBiomas é uma plataforma 'online' que disponibiliza seu banco de dados de forma gratuita, mapeia as mudanças na cobertura do solo dos biomas brasileiros no período de 1985 até o ano atual (MAPBIOMAS, 2020). Os procedimentos do projeto ocorrem através da classificação píxel a píxel de imagens Landsat (5, 7 e 8) que é desenvolvida com base em algoritmos, chaves de

classificação e padrões espectrais, são realizadas análises de acurácia nos resultados e comparações/ concordância com mapas de referência (SOUSA; HAYASHI, 2020). Para o processamento desses dados foi utilizado software *QGis* 3.10. com extensão GRASS 7.8.

2.3 Análise de dados

Após a aquisição das cenas, foi realizada uma reprojeção dos dados para o Sistema de Referência Coordenadas Geográficas Datum SIRGAS 2000, esse procedimento foi necessário para determinação da área e perímetro. Em seguida ocorreu a combinação das quatro imagens, formando assim um único arquivo, ou seja, um mosaico. Com o desenvolvimento inicial, foram realizados processos utilizando um conjunto de ferramentas que consistem em procedimentos que permitem a delimitação de bacias hidrográficas de maneira automática, rápida e objetiva.

Os passos para a obtenção do divisor topográfico da bacia consistiram em três processos, sendo o primeiro o processamento dos dados para delimitação da bacia com base no mosaico utilizando a ferramenta *r.watershed*, tendo como resultado informações importantes para a delimitação como: direção de drenagem, segmento de fluxo e número de células da drenagem.

O segundo procedimento consistiu na criação da bacia hidrográfica com base na direção de drenagem manuseando a ferramenta *r.watter.outlet*, vale ressaltar que durante esse processo foi utilizado o ponto exutório (ponto de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial gerando no interior uma bacia hidrográfica banhada por este curso) para obter a bacia do rio Caeté em formato raster. Por fim, foi realizada a convenção da bacia (raster) em camada vetorial manuseando o procedimento *r.to.vect,* como a bacia é obtida em um arquivo raster fez-se necessário a sua conversão para o formato vetor (polígono), neste passo foi possível também a extração da rede de drenagem numérica para a área de estudo.

Após o processamento com os dados do topodata, o passo seguinte foi tratar os arquivos do mapbiomas e para isso foi realizada uma reprojeção nas imagens. Com os dados reprojetados ocorreu os recortes por meio da ferramenta *Extrair > Recortar raster pela camada de máscara*, utilizando o arquivo*Shapefile (.shp)* da bacia hidrográfica. As imagens recortadas estão em formato matricial (píxel de 30x30 metros) por isso foi realizado a conversão desses para arquivos vetoriais através do método *Converter > Raster para vetor (poligonizar)*.

De posse dos arquivos vetoriais, as dezessete classes iniciais foram reduzidas para oito classes no de 1985 e dez para 2019. Por fim, foram realizados cálculos de área para as classes presentes e elaborados dois mapas temáticos, um para cada ano.

3. Resultados e Discussão

Através dos procedimentos dos Sistemas de Informação Geográfica e do tratamento de dados, foi possível obter e analisar os mapas de uso e ocupação do solo para os anos em estudo e uma tabela (Tabela 1) que demonstra as informações quantitativas de distribuição das classes e as diferenças temporais entre os anos 1985 e 2019.

As classes temáticas identificadas na bacia foram: formação florestal (são agrupamentos que compreendem as formações de floresta ombrófila densa e aberta, savanas arborizadas, processo de sucessão natural e outras formações), mangue (áreas que frequentemente são inundadas pela mare e são associadas ao ecossistema costeiro de manguezal), floresta plantada (regiões com espécies arbóreas plantas com fins comerciais), formação campestre (territórios que geralmente são compostas por campinaras e savanas), pastagem (espaços plantados vinculados a atividade agropecuária), praia e duna (nesta região não contendo vegetação e tem cordões arenosos extensos de cor branca e brilhante), infraestrutura urbana, outras áreas não vegetadas (áreas de

superfície não permeáveis que não foram mapeadas em suas classes), mineração, outras lavouras temporárias, apicum (quando há formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea) e rio, lago e oceano (MAPBIOMAS, 2020).

Tabela 1: Área ocupada por cada classe nos anos de 1985 e 2019.

Classes	Área 1985	Área 2019	Variação 1985 - 2019	
	km²	km²	km²	%
Formação Florestal	1554,73	939,98	**614,75**	**-39,54**
Mangue	4,54	5,28	**0,74**	**+16,3**
Floresta Plantada	-	0,01	**0,01**	**+100**
Formação Campestre	1,53	0,25	**1,28**	**-83,66**
Pastagem	389,89	987,24	**597,35**	**+15,32**
Infraestrutura Urbana	0,02	14,43	**14,41**	**+72,05**
Outras Áreas não Vegetadas	0,01	0,01	**0**	**0**
Apicum	0,03	0,05	**0,02**	**+66,67**
Rio, Lago e Oceano	2,84	4,51	**1,67**	**+58,8**
Outras Lavouras Temporárias	-	1,83	**1,83**	**+100**

Fonte: Autores, 2021.

Ao analisar a classe Floresta Plantada foi identificada que a mesma só estava presente no mapa do ano 2019 com ganho de 100%. O indício do aumento da classe foi econômico, visto que, ocorreu um crescimento de plantio de algumas espécies visando o aumento em ofertas madeireiras após a queda na produção de madeiras provenientes de florestas nativas (SANTOS *et al.*, 2014). Um dos indicadores deste aumento de produção foi a expansão do reflorestamento no país. (SANTANA *et al.,* 2008).

A informação e variação da cobertura e uso do solo a partir da série temporal de imagens disponibilizadas pelo projeto MapBiomas ao longo dos anos na bacia do rio caeté pode ser visualizada nas Figuras 2 e 3.

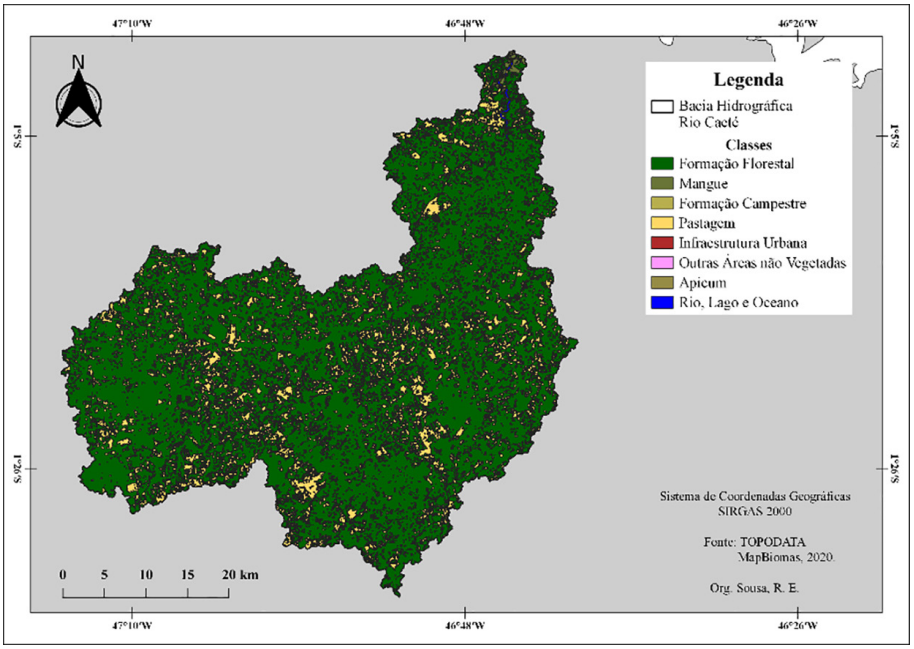


Figura 2: Mapa de Cobertura e Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté no ano de 1985.

Fonte: Autores, 2021.

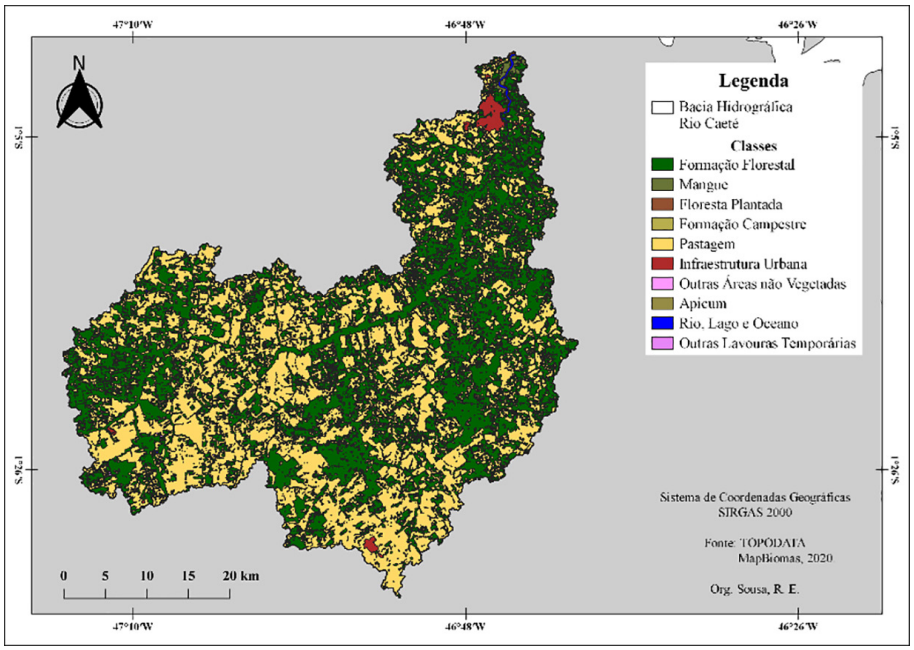


Figura 3: Mapa de Cobertura e Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté no ano de 2019.

Fonte: Autores, 2021.

A partir do cálculo de área realizado nas classes presentes em diferentes períodos, conforme exposto na tabela, é notório que a classe Infraestrutura Urbana apresentou um aumento de 72,05%. Essa urbanização na bacia ocorre devido à demanda de infraestruturas e serviços urbanos que aumentaram ao longo dos anos. Segundo Gorayeb *et al.* (2009), o aumento da concentração populacional exigiu um maior uso dos recursos naturais, ocorrendo concentração de habitações, feiras livres, as fábricas e outras infraestruturas sem planejamento prévio, essas deram origem a vários impactos ambientais.

Outro fator que sugere o aumento da extensão urbana e a baixa de 39,54% na classe de Formação Florestal entre os anos analisados, é a ação de desmatamento para as atividades de expansão tanto territorial como comercial. De acordo com Gorayeb *et al.* (2009), os desmatamentos das vegetações presentes nessa bacia são voltados para a prática da agropecuária, expansão urbana e extração madeireira (como produção de lenha e carvão). Vale ressaltar que durante os anos de 1986 a 2011 ocorreram extrações ilegais de madeiras em área protegidas (SILVA *et al*., 2019), logo, esse fato indica a queda desta classe.

Outro indício para a redução da formação florestal é a transformação do uso e ocupação do solo dessas áreas, pois o aumento de 15,32% e 100% que as classes Pastagem e Outras Lavouras Temporárias sofreram, respectivamente, é um indicador. Esse ganho é derivado da prática agrícola (mandioca) que necessita de áreas extensas e pecuária (bovina) que precisa da pastagem (SILVA *et al*., 2019; FLORES *et al*., 2012). Segundo Ortiz e Freitas (2005) e Passos *et al*. (2010), o avanço das atividades agrícolas em áreas onde predominante pertenciam à vegetação nativa, são decorrentes dos aspectos edafoclimáticas e geoeconômicas favoráveis da região.

A Formação Campestre apresentou uma retração de 83,66%, isso indica uma supressão da vegetação em relação às práticas agrícolas (classes pastagem e outras lavouras temporárias). Segundo o estudo de Medeiro *et al*. (2019), a classe de vegetação campestre sofreu uma grande variação temporal, visto que fragmentos isolados expandiram-se formando manchas maiores, porém em menor quantidade. A pouca cobertura vegetal foi provocada por atividades econômicas desenvolvidas para ajudar na renda familiar, como criação de gado e plantação de culturas

(RODRIGUES *et al.*, 2014).

A classe Mangue obteve um aumento de 16,3%, esse crescimento pode ser atribuído a diversos fatores, como, por exemplo, a influência do clima. De acordo com o Prost e Rabelo (1996) nos manguezais do nordeste paraense parâmetros abióticos como: umidade, o calor, a penetração profunda das marés nas terras baixas costeiras assim corno a abundância da água doce, são propicies a ampliação dos manguezais. Vale ressaltar que a classe Apicum também teve um ganho de 66,67%, isso pode estar relacionado as condições ambientais do estuário, visto que essa área é associada a manguezais, ocorrendo um estádio sucessional natural do ecossistema.

Os mapas dos anos estudados, resultantes da classificação, mostram que dentre todas as classes apenas a Outras Áreas não Vegetadas obteve 0% de mudanças e esse fato está entrelaçado a metodologia de classificação adotada pelo projeto, onde superfícies não são permeáveis não foram mapeadas em suas classes (MAPBIOMAS, 2020). A classe Rio, Lago e Oceano apresentou um ganho de 58,80%, isso implica na conversão e perda de outras classes, modificando assim a paisagem, sendo necessário realizar estudos adicionais para identificação das causas deste comportamento. Segundo estudo realizado por Souza *et al*. (2018) outro fator sugestivo para a expansão ocorrida, pode ser a influência das fortes chuvas que precipitam sobre região.

4. Considerações Finais

As informações disponibilizadas pelo projeto MapBiomas permitiu analisar as mudanças espaciais ocorridas no uso e cobertura do solo nos anos estudados. A partir da metodologia empregada nesse trabalho tornou possível identificar uma tendência de transformação desordenada na ocupação do solo, essa prática prejudica a qualidade da água, logo, as políticas públicas se fazem essências para diminuir a degradação da bacia, o poder público é uma importante ferramenta no processo de conscientização da comunidade.

Esta categoria de análise é de extrema relevância, considerando a necessidade de pesquisas na área de estudo já mencionada para aprimoramento do acervo presente sobre a micro bacia do rio caeté, porque confronta o uso das bacias hidrográficas, fornece ferramentas para os órgãos responsáveis pelo monitoramento das bacias, além de um conjunto de informações para desenvolvimento de futuras pesquisas.

5. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Acesso à informação: institucional.** Brasília: ANA, 2020a.

_____. **Panorama das águas: divisões geográficas.** Brasília: ANA, 2020b.

_____. **Panorama das águas: quantidade de água.** Brasília: ANA, 2020c.

BORGES, A. N. **Implicações ambientais na bacia hidrográfica do rio Pitimbu (RN) decorrentes das diversas formas do uso e ocupação do solo.** Mar. 2002. 190 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

BUCCI, M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. **Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 130-148, Jan./ Mar. 2014.

CARMO, A.C.R. *et al.* COVID-19 e meio ambiente: uma relação essencial em frente ao pânico de uma pandemia. **Revista Mosaico**, v. 11, n. 2, p. 19-34, 2020.

FAY, E. F. **Indice de uso sustentável da água (ISA-Água) na região do sub-médio** São Francisco.

Jaguariuna: Embrapa Meio ambiente, 2006. 157p.

FREITAS, M. B. *et al*. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, Mai./Jun., 2001.

GOMES, M. A. *et al*. Solos, manejo e aspectos hidrológicos na bacia hidrográfica do Araújos, Viçosa – MG. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 93-102, Jan./Feb. 2012.

GORAYEB, A. *et al*. Condições Ambientais em Áreas Urbanas da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté - Amazônia Oriental - Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, n. 2, p. 59-70. Out. 2009.

HOMMA, A. K. O. *et al*. O desenvolvimento mais sustentável da região amazônica: entre (muitas) controvérsias e o caminho possível*. **COLÓQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara – RS, v. 17, n. 4, Out./Dez. 2020.

MAPBIOMAS. **MapBiomas General Handbook**. 2020. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_5_v1.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C *et al*. **Zoneamento agroecológico do município de Tracuateua, estado do Pará**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999. 45 p. Disponível em: < https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/378660/1/OrientalDoc15.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.

ORTIZ, J. L.; FREITAS, M. I. C. Análise da transformação do uso da terra, vegetação e impactos ambientais por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Revista Geociências**, v. 24, n. 1, p. 77-89, 2005.

PASSOS, A. L. O. *et al.* Evolução do uso do solo e agronegócio na região oeste do estado da Bahia. **Cadernos de Geociência**, n. 7, p. 31-39, 2010.

PROST, M.T.R.C.; RABELO, B.V. Variabilidade fito-espacial de manguezais litorâneos e dinâmica costeira: exemplos da Guyana Francesa, Amapá e Pará. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Série Ciências da Terra, v. 8, p. 101-121, 1996.

RODRIGUES, A. C. *et al*. Análise multitemporal da bácia hidrográfica urbana do córrego do campo no munícipio de Aparecida do Taboado/MS. **Revista Geografia**, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2014.

SANTANA, R. C. *et al*. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2723-2733, 2008.

SANTOS, M. L. *et al.* Estimativa da relação hipsométrica para um povoamento de Eucalyptus "urograndis" no município de Moju, nordeste paraense. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n.1 9, p. 1039-1048, 2014.

SANTOS, N. M. *et al.* Análise multitemporal da dinâmica de uso e cobertura do solo na região do médio são Francisco. In: XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos, 2019. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos, 2019. p. 3027-3030.

SOUSA, R. E.; HAYASHI, S. N. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo nas reservas extrativistas do nordeste paraense. In: XI Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia, Belém, 2020. **Anais do XI Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia**, Belém, 2020. v. 3, p. 183-195.

SOUZA, J. R. *et al*. Avaliação multitemporal do espelho d'água do açude ingazeiras usando processamento digital de imagens e dados de pluviosidade. **Revista Connexio**, v. 7, n. 2, p. 42-55,

2018.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. **TOPODATA: Seleção de coeficientes geoestatísticos para o refinamento unificado de dados SRTM.** São José dos Campos: INPE, 2010. Disponível em: < http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/05.10.18.35/doc/publicacao.pdf >. Acesso em: 20 Fev. 2021.

ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NDVI, EVI E SAVI DA BACIA DO RIO ARAGUARI DO AMAPÁ

JOABI LUIZ LIMA DE LIMA
ALAN NUNES ARAUJO
AMINTAS NAZARETH ROSSETE

Resumo
O avanço do desmatamento na Amazônia faz com que o geoprocessamento seja uma importante ferramenta para avaliar e caracterizar a cobertura vegetal nesta região. Uma das técnicas muito utilizadas e o cálculo de índices de vegetação para a avaliação da integridade vegetal. Este estudo objetivou a análise de dos índices de vegetação NDVI, EVI e SAVI na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, Amapá. A partir do processamento digital de imagens do satélite Landsat 5 (2008-2010) e o Landsat 8 (2018-2020), foram gerados através do software Google Earth Enginer foram calculados o NDVI, EVI e o SAVI, utilizando o software QGIS WITH GRASS 3.14.16 foram gerados mapas temáticos categorizados dos índices. Como resultado, obtivemos três mapas comparativos com imagens das diferentes décadas, dessa forma, obtendo um mapa para cada índice calculado, estes mapas estão classificados em cinco classes, deste modo, podemos observa com maior facilidade as distinções na qual a vegetação da bacia sofreu no período de dez anos. A aplicação dos índices se mostraram eficazes para o monitoramento da cobertura do solo e no controle da qualidade vegetal.

Palavras chaves: Sensoriamento remoto; Geoprocessamento; Mapas temáticos; Softwares livres; Índice de vegetação.

Abstract
The advance of deforestation in the Amazon makes geoprocessing an important tool to assess and characterize the vegetation cover in this region. One of the widely used techniques is the calculation of vegetation indices for the assessment of plant integrity. This study aimed to analyze NDVI, EVI and SAVI vegetation indices in the Araguari River Basin, Amapá. From the digital image processing of the satellite Landsat 5 (2008-2010) and Landsat 8 (2018-2020), the NDVI, EVI and SAVI were calculated using the Google Earth Enginer software, using the QGIS WITH GRASS software. 3.14.16 categorized thematic maps of the indexes were generated. As a result, we obtained three comparative maps with images from different decades, thus, obtaining a map for each calculated index, these maps are classified in five classes, in this way, we can more easily observe the distinctions in which the vegetation of the basin suffered in the ten-year period. **The** application of the indices proved to be effective for monitoring soil cover and controlling plant quality.

Keywords: Remote sensing; Geoprocessing; Thematic maps; Free software; Vegetation index.

1. Introdução

A região amazônica é caracterizada por sua paisagem apresentada por sua floresta densa e úmida, tropical de grande biomassa e heterogenia. Floresta de terra firme cobre 90% da Amazônia legal área não inteiramente continua podendo ser intermitente por vegetação não arbórea. Fisiologicamente, exibe um cenário bastante homogêneo. Porem num mesmo local, verifica-se relevante transmutação devida às conjunturas do meio ambiente, da diversificação do solo rico ou pobre, profundidade, drenagem, areação e disponibilidade de água na superfície ou subterrânea. Esta diversificação fica explicita entre áreas distantes entre si. Outra individualidade da floresta amazônica é o vasta miscelânea de espécies, isso significa, muitas espécies por unidade de área. (BRAGA, 1979)

O pensamento de desenvolvimento da Amazônia através dos proeminentes projetos de modificação do setor rural tem sido repulsada muito mais pelos exemplos de fracassos dos projetos implementados do que a dominância dos objetivos dos novos modelos. Comprovações empíricas da eficiência dos modernos moldes de desenvolvimento apresentado para a Amazônia são difusas requerem de sistematização ou ainda estão por vim. No entanto, pode-se constatar que enorme parcela dos conceitos que regulam a tese do desenvolvimento endógeno, empregasse às individualidades das linhas referenciais do desenvolvimento sustentável que se pretende para a Amazônia. (CARVALHO,2010)

Neste contexto onde o modelo de desenvolvimento aplicado na região amazônica implica em supressão da vegetação nativa, fato este que se intensificou nas últimas décadas e é foco de preocupação devido as consequências para as mudanças climáticas. Diante deste quadro são necessários estudos que façam o monitoramento temporal e espacial do desmatamento, o que abre um enorme campo de pesquisa com as ferramentas de geoprocessamento.

Na atualidade, a capacidade do sensoriamento remoto e SIG são eficazes meios para avaliar e precaver alterações ambientais de maneira confiável, recorrente não evasivo, diligente e acessível financeiramente com métodos consideráveis de tomada de resolução. (Amiri et al., 2014)

A utilização de imagens orbitais promove uma visão sinóptica da superfície terrestre e um melhor distinção dos objetos terrestres, propiciando uma análise espacial dos processos atuantes no meio ambiente, sejam naturais ou antrópicos, permitindo ainda a caracterização dos impactos antrópicos no ambiente O sensoriamento remoto, também, permite a obtenção de imagens para a comparação entre períodos temporais distintos, podendo gerar valores para aferir o nível de qualidade da vegetação.

As imagens de sensores remoto, por possuírem função essencial na visualização de extensas áreas o que permite sua utilização na classificação e análise do uso e cobertura da terra, e seu formato digital em múltiplas bandas do espectro eletromagnético, o que permite uma série de correlações entre bandas, tais como os índices de vegetação.

Os índices de vegetação são cálculos algébricos que contem faixas de refletância especificas, possibilitando delimitar a cobertura vegetal e sua densidade. (CRUZ et al, 2011)

Estes índices são arranjos de informações espectrais de duas ou mais bandas, normalmente composta, do vermelho e infra vermelho próximo, na qual cálculos matemáticos processam um valor adimensional. Dessa forma, classificar a densidade da cobertura da vegetação integra-se como um suporte fundamental para pesquisas direcionada a análise ambiental, gerenciamento e planejamento de recursos naturais, investigação do dinamismo das evoluções do espaço urbano e rural, estudo dos processos hidrológicos, dentre outras finalidades. (MOREIRA,2000)

Este trabalho objetivou a espacialização e geração de mapas temáticos para índices de vegetação na Bacia Hidrográfica Do Rio Araguari, Estado do Amapá.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

Localizado na Amazônia Oriental, o Amapá limita-se a sul pelo rio Amazonas e ao oeste pelo rio Jari com o Estado do Pará, a leste com o oceano Atlântico ao norte com a Guiana Francesa, pelo rio Oiapoque e terra do Tumucumaque, é ao noroeste do Suriname pela serra do Tumucumaque. Possui 1.691 Km de fronteira nacional, 707 Km de estrangeira é cortado pela linha do Equador e ocupa uma área de 143.453,7 Km^2, que corresponde a 3,71% da Região Norte e 1,58% da área nacional. (PORTO,2002)

Embora abrigando uma área territorial que contempla apenas 4% da região norte, o Estado do Amapá dispõem arranjos representativos de todo os ecossistemas Amazônicos. Além do mais, as florestas tropicas que cobrem 67% do estado, evidencia singularidades que as distinguem de todas as demais áreas florestadas que encontra-se no mundo: Estão margeadas de uma banda pela várzeas do rio Amazonas e no centro encontra-se uma extensa faixa de cerrado, que se pendura no sentido sul- norte dividindo praticamente toda a densa floresta. Por ser uma área de altas precipitações pluviométricas, que normalmente chegam a 250 mm, o cerrado amapaense detém propriedades particulares que se diferem de todas as demais savanas. (CARVALHO,2010)

Ausente de embates fundiário, cultural ou étnico, o Estado do Amapá perdura-se na atualidade com 97% de cobertura florestal naturalmente preservada e com 72% de seu extensão demarcado legalmente como área resguardada. (CARVALHO,2010)

O Estado do Amapá apresenta uma considerável malha hídrica, uma das mais ricas da Amazônia. A Bacia Hidrográfica do Rio Araguari é a maior e mais importante do Estado, com aproximadamente 42.710 km^2 de área. A bacia hidrográfica ocupa cerca de um terço da área total do Estado, e extensão de aproximadamente 300 km, desde sua nascente, na Serra do Tumucumaque, até a sua foz, no Oceano Atlântico (delimitada pelas latitudes 0° 30' N e 1° 30' N e longitudes 51° 00' W e 52° 30' W). (BARBARA et al2005p.1).

A bacia do rio Araguari é a maior do Estado, envolvida por demasiadas mudanças físico-ambientais, ocorra por aparecimento de colinas, de planaltos residuais também de planícies fluviais, além disso, no alto curso do rio, ocorra pela existência de tabuleiros costeiros, de planícies fluviolacustres e fluviomarinhas, além de paleoambientes, no médio e baixo Araguari, as quais, agregadas as propriedades geológicas, hidrológicas, climatológicas, de solo e de vegetação, atribuem sistemas geoambientais distintos, a qual, associado aos usanças acentuada de seus recursos naturais, dê-se pela constituição e funcionamento amplos projetos hidro energéticos, tais como das Usinas Hidroelétricas de Coaracy Nunes, Ferreira gomes e Cachoeira Caldeirão, localizadas na bacia (ARAUJO,2019).

Por outro lado, encontram-se introduzidas neste mesmo local a Floresta Nacional Montanhas Do Tumucumaque e uma das maiores e mais abundante em biodiversidade na Amazônia, junto com outras unidades de preservação, semelhantemente imprescindível, tanto quanto a Floreta Nacional Do Amapá e a Reserva Biológica Do Lago Da Piratuba, entre diversas, é a população local que necessita desses recursos. Neste caso, é fundamental organizar uma investigação dialética entre a perspectiva físico-ambiental e o discernimento dos métodos de elaboração e mudança do Espaço. (ARAUJO,2019)

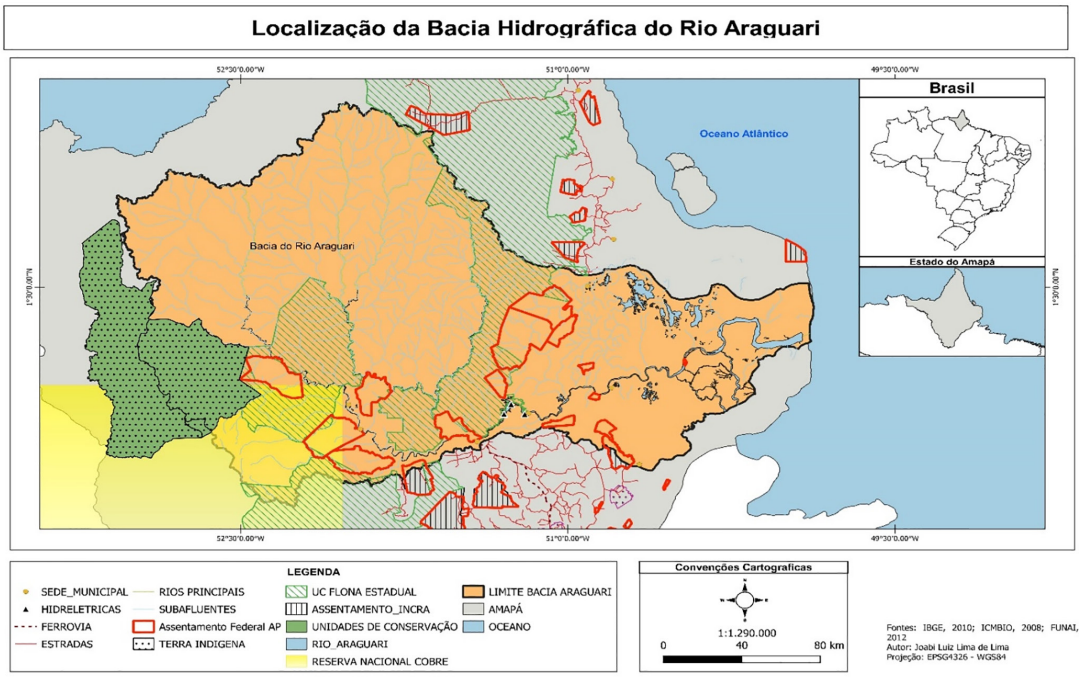


Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari

2.2 Metodologia

Foram utilizadas imagens do Landsat 5 e Landsat 8, sensores TM e OLI respectivamente, no qual, o primeiro dispões de 9 e o segundo de 12 bandas, sendo a banda B8 (*Panchromatic*) e aB9 (*cirrus*) ambas com resolução espacial de 15m e as restantes com resolução espacial de 30m. As bandas aplicadas do Landsat 5 foram B3 (*Red*-0.63-0.69µm), B1 (*Blue*-0.45-0.52µm) e B4 (*Near infrared*-0.76-0.90µm) e no Landsat 8 foram B4 (*Red*-0,64-0,67µm), B2 *(Blue*-0.45-0.51µm) e B5 (*Near Infrared*–0,85-0,88µm) nas quais melhor identificam a vegetação, essas imagens foram geradas em 07/12/2020, disponibilizadas gratuitamente pelo Google Earth Engine (GEE) e processadas pelo GEE em através de linguagem computacional Java *scriprts* e a elaboração do layout das imagens foi processado pelo QGIS WITH GRASS 3.14.16. Conforme o fluxo gramas abaixo:

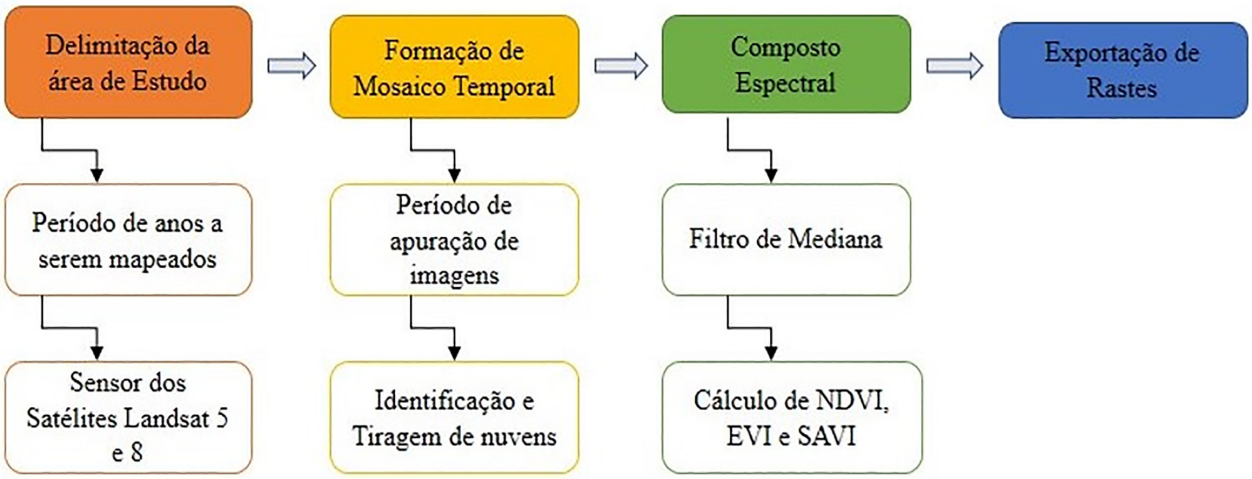


Figura 2: Fluxograma metodológico (GEE)
Fonte: Autoria própria

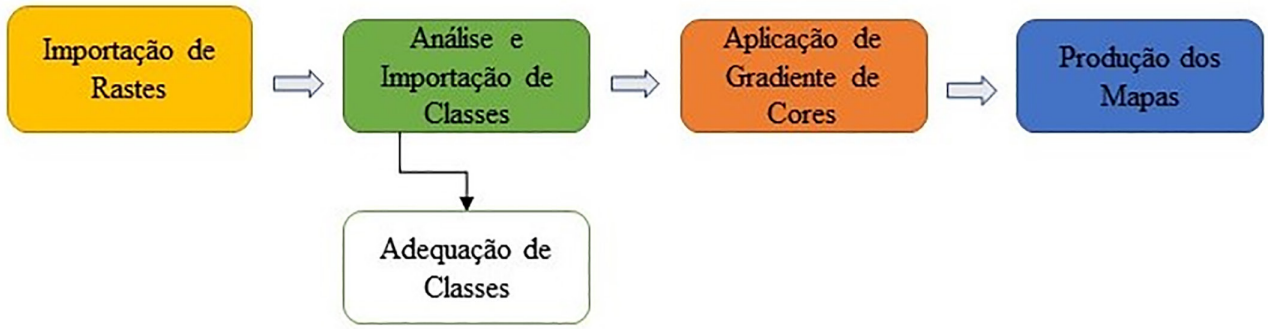


Figura 3: Fluxograma metodológico (QGIS)
Fonte: Autor própria

Com as imagens da área de trabalho foram realizados os cálculos dos seguintes índices:

Índice **de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI)** (eq.1) aplica-se a banda do vermelho (RED), canal com volumosa absorção de clorofila e do Infravermelho Próximo (NIR), canal com elevada reflectância das folhas das plantas, na circunstância, na parte capturada do vermelho e refletidas do Infravermelho alteram de acordo com o estado da vegetação. Quanto mais, densa e sadia for um planta mais verde ela produz pelo fato de produzir mais clorofila por canta de sua fotossíntese, maior quantidade de vermelho e absorvida e maior a refletância do infravermelho

$$NDVI = \frac{\mathrm{NIR} - \mathrm{RED}}{\mathrm{NIR} + \mathrm{RED}}$$

Equação 1

Índice de Vegetação Ajustado ao Solo **(SAVI)** (eq.2) o índice foi um ajustamento, proposto por Huete (1988), do NDVI englobando a especialidade de diminuir as implicações do solo de fundo no sinal da vegetação ao introduzir uma constante de regulagem e solo, o termo L na equação

$$SAVI = \frac{(1 + \mathrm{Ls}) * (Pivp)}{(\mathrm{Ls} + Pivp + Pv)}$$

Equação 2

O Ls é uma constante nomeada de fator de ajuste de índice SAVI. A qual, nesse estudo o valor adotado foi 0.5. (Oliveira et al., 2007).

Índice de Vegetação Realçado (**EVI**) (eq.3) foi criado para o aprimoramento do sinal de vegetação em localidades com volumosa biomassa, avaliando apenas a vitalidade da vegetação, com isso, reduzindo as interferências atmosféricas. (MARCUSSI et al, 2010)

$$EVI = \frac{\mathrm{G} * (\mathrm{NIR} - \mathrm{RED})}{\mathrm{NIR} + (\mathrm{RED} * \mathrm{C1}) - (\mathrm{C2} * \mathrm{BLUE}) + \mathrm{L}}$$

Equação 3

Este índice contém dois coeficientes C1 e C2 que possuem valores 6 e 7.5 respectivamente, G e o fator de ganho que corresponde a 2.5 e L o fator de ajuste para o solo que e de 0.5. (Justice et al., 1998).

3. Resultados e Discussão

As imagens geradas da bacia, no Landsat 5TM obtiveram algumas peculiaridades, pela

aplicação do filtro de mediana e metadata ('CLOUD_COVER','less_than',15), no que, corresponde a 15% de nuvens no mosaico. Pode ser constatado que a menor presença de um verde vivido e com isso aparentemente uma redução na qualidade da vegetação, porém isto ocorreu pelo fato dos filtros que selecionaram as imagens do período de menor interferências de nuvens, na qual, corresponderam com períodos de menor humidade, levando a aparentar a uma vegetação com qualidade inferior. Por fim, é percebido relevantes interferências de nuvens na parte central e sudeste da bacia.

As imagens da **Figura 4** exibe os mapas dos mosaicos processados pertencentes aos cálculos de NDVI, referentes aos períodos de 2008 á 2010 e 2018 á 2020. Constata-se que nos dois períodos existem distinções entre as duas imagens, por exemplo pode ser notado que na porção média da bacia e predominante o realce das cores vermelha e amarela, na qual, a cor amarela pode caracterizar uma área de vegetação seca, com pouco volume vegetal, e a cor vermelha pode ser caracterizar solo exposto, no entanto, neste local se encontra uma zona que o bioma predominante é o cerrado. No entanto, podemos notar que a distinção está na área que se predomina os *pixels* de cor vermelha, na qual, na análise de 2010 a uma área maior que se comparada a 2020, este fato é justificado pelo período de seleção de imagens, em que 2010 o mosaico formado foi em um período com menor umidade, dessa forma, também encontramos, na fração Leste da bacia estão situadas as unidades de conservação uma diferença entre os tons de verde. Entretanto, é notório a distinção nas diferentes análises temporais entre a fração leste, das unidades de conservação meio, onde se localiza o cerrado e fração oeste onde encontram-se instaladas algumas áreas urbanizadas e fazendas com produção rural.

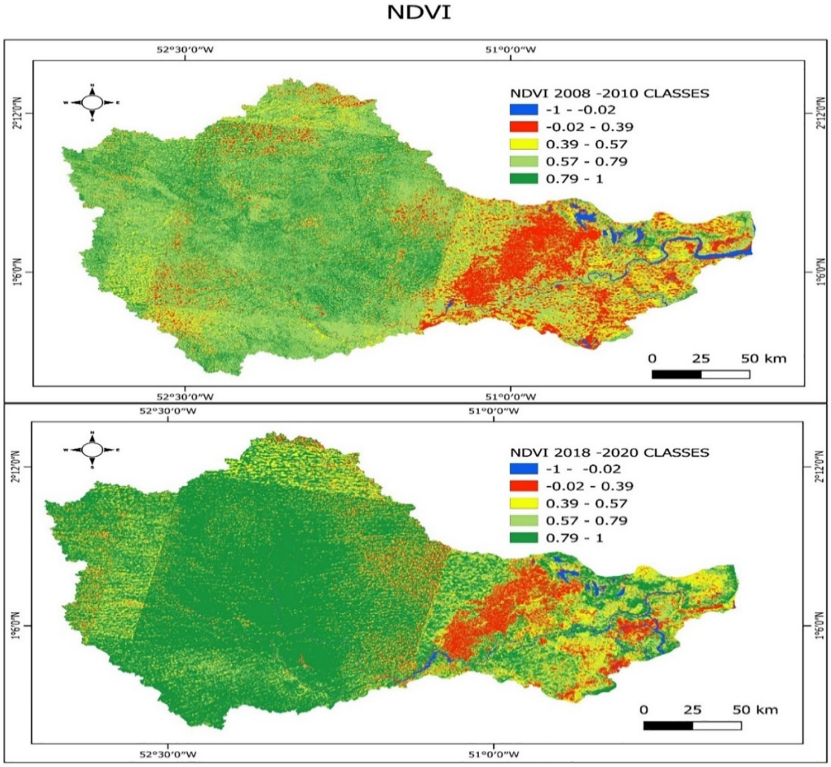


Figura 4. Mapa do índice NDVI
Fonte: Autoria própria

O índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI), no qual procura reduzir as implicações da reflectância do solo ao levar em conta admissão de um fator de regulagem dependente da

densidade da vegetação. (GILABERT et al, 2002). Os mapas apresentados na **Figura 5** correspondem aos mosaicos de SAVI referidos para análise temporal das duas décadas propostas. O valor de ajuste utilizado para o SAVI foi de 0,5. Os produtos do SAVI mostram mudanças em relação aos resultados produzidos com os valores de NDVI, (**Figura 4)**. O SAVI minimizou as interferências que se apresentou no NDVI, pode ser observado que na porção do meio da bacia, onde está a faixa de cerrado, apresentou modificações significativas em ambas as décadas. Pode ser notar o aumento dessa vegetação de cerrado e a diminuição de solo totalmente exposto. Uma outra análise é a diminuição das interferias de nuvens, tanto na fração Oeste quanto a Leste da bacia, onde se tem um grande vigor vegetal por conta de suas unidades de conservação. Consequentemente pode-se ter uma melhor análise dessas áreas.

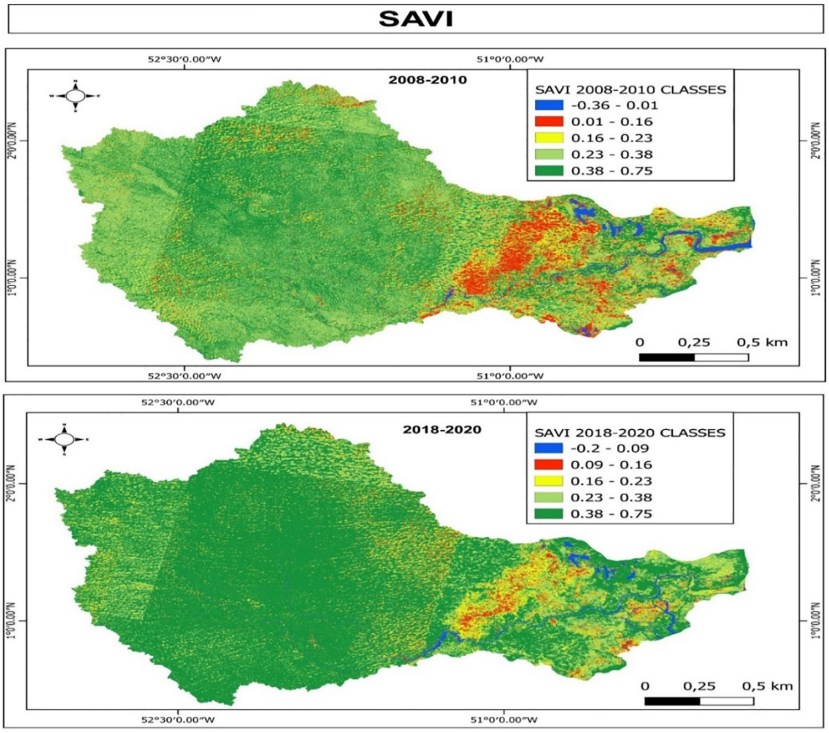


Figura 5: Mapa do índice SAVI
Fonte: Autor Autoria própria

No índice de vegetação realçada (EVI) que se encontra na **Figura 6**, acima, é percebido que nas duas décadas propostas os mosaicos do EVI proporcionam uma melhor analise vegetal que o NDVI (**Figura 4**), por contar com incremento da faixa espectral azul em seu produto. Conforme apontado por Kaufman & Tanré (1992), a introdução do azul ao índice de vegetação tem como finalidade reduzir as interferências atmosféricas. O método consiste, na diferença entre a radiância do comprimento de onda do azul e do vermelho, dessa forma faria a correção da dispersão atmosférica e absorção de ozônio.

Ademais, podemos notar um melhor vigor vegetal se comparado aos produtos NDVI e SAVI, nos diferentes anos tanto na porção oeste quanto a leste, no entanto, na porção do médio da bacia não a mudanças significativas se comparamos a **Figura 5**, na qual, está relacionada ao SAVI, pelo fato de ter pouca presença de nuvens na faixa de cerrado.

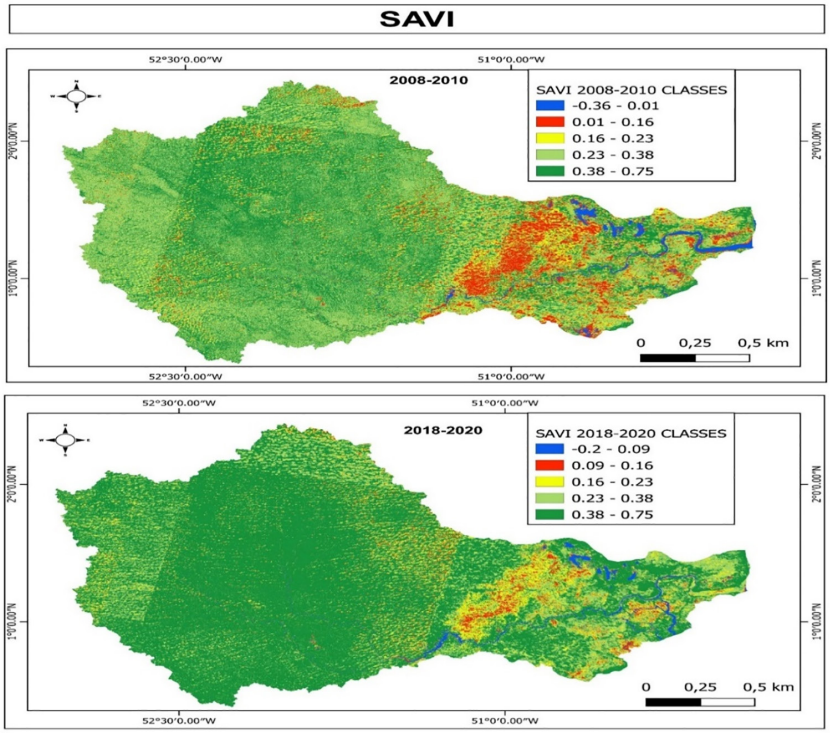


Figura 6: Mapa do índice EVI

Fonte: Autor própria

4. Considerações Finais

A criação dos mapas através do processamento do mosaico com a aplicação dos três índices, possibilitou uma melhor análise das condições vegetais da bacia e separa-la em diferentes classes, dessa forma maximizando um olhar analítico quando comparamos os dois períodos propostos. Ademais, foi possível avaliar a eficiência e o comportamento dos índices em meio as interferências meteorológicas, e a adequação das classes em uma bacia na qual apresenta uma transmutação de uma floresta densa ao cerrado. Dessa forma, foi possível verificar que os índices foram eficientes para a análise da cobertura vegetal.

5. Referencias

ARAÚJO, Alan Nunes. Análise Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaí – AP: Subsídios ao planejamento Ambiental. Tese de Doutorado. Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pará, 2019.

Amiri, F., Rahdari, V., Pradhan, B., & Tabatabaei, T. (2014). Imagens multitemporais de landat baseadas em análises de mudanças ambientais no reservatório Chah Nimeh, Balochestan (Irã). *Ciências ambientais da terra* , *72* (3), 801-809.

BÁRBARA, Viníciu Fagundes et al. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. **Revista Biociências**, v. 16, n. 1, 2010.

BRAGA, Pedro Ivo Soares. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Acta amazonica**, v. 9, n. 4, p. 53-80, 1979.

CARVALHO, João Luis Nunes et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 277-290, 2010.

Cruz M.A.S., Souza A.M.B., Jesus J.S. 2011. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos Índices de Vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na bacia do rio Japaratuba- -Mirim em Sergipe. In: Simp. Bras. Sens. Remoto, 15. (SBSR). 2011, Curitiba. *Anais*...São José dos Campos: INPE, 2011. p. 1357-1364.

Gilabert, M.A; González-Piqueras; J; García-Haro, F.J; Melia, J. A generalized soil-adjusted vegetation índex. **Remote Sensing of Environment.** v. 82. p. 303–310. 2002.

JUSTICE, Christopher O. et al. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): Land remote sensing for global change research. **IEEE transactions on geoscience and remote sensing**, v. 36, n. 4, p. 1228-1249, 1998.

Kaufman, Y. J. & Tanré, D. Atmospherically Resistant Vegetation Index (ARVI) for EOS-MODIS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v.30, n.2, 1992.

MARCUSSI, Aline Braga et al. Utilização de índices de vegetação para os sistemas de informação geográfica-USE OF Ã NDEX VEGETATION FOR THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM. **Caminhos de geografia**, v. 11, n. 35, 2010.

Moreira R.C. 2000. Influência do posicionamento e da largura de bandas de sensores remotos e dos efeitos atmosféricos na determinação de índices de vegetação. São José dos Campos.

PORTO, Jadson Luis Rebelo et al. Amapá: principais transformações econômicas e institucionais (1943-2000). 2002.OLIVEIRA, Luís Gonçalves Longo et al. Estudo da variabilidade de índices de vegetação através de imagens do ETM+/LANDSAT 7. 2007.

Análise Geoambiental da Microbacia da Grota Criminosa no Município de Marabá (PA) como Subsídio ao Planejamento Ambiental

Ronis Cley Fontes da Silva
Lubyanka Kluck da Silva
Maria Rita Vidal

Resumo
As transformações ocorridas na área da referida Microbacia da Grota Criminosa (MGC), iniciaram conforme o histórico de ocupação a partir da década de 1970, através do projeto de realocação da população da Marabá Pioneira para o núcleo da Nova Marabá, por consequência das enchentes nas margens dos rios Tocantins e Itacaiúnas. Esse artigo tem como objetivo analisar os aspectos geoambientais, visando subsidiar o planejamento ambiental na microbacia da Grota Criminosa. Tendo como metodologia a elaboração do material cartográfico para análise dos elementos geoambientais (clima, geologia, pedologia, geomorfologia, uso e ocupação do solo). Foram identificados que 19.1% da área versa sobre a classe de vegetação, 23.93% para solo exposto e 57.06% para área urbanizada. O que nos leva os resultados que a microbacia apresenta cenário atual com alta densidade de ocupação próximo dos canais, necessitando de melhor planejamento urbano nessas localidades, tendo assim o suporte as unidades geoambientais como critério de análise.

Palavras-Chave: Microbacia hidrográfica; Geoambiental; Planejamento de bacia; Uso e ocupação do solo.

Abstract
The changes that took place in the area of the Grota Criminosa Microbasin (MGC), started according to the occupation history from the 1970s, through the project of relocating the population of Marabá Pioneira to the core of Nova Marabá, due to the floods in the banks of the Tocantins and Itacaiúnas rivers. This article aims to analyze the geoenvironmental aspects, aiming to subsidize the environmental planning in the Crota Criminosa watershed. Using as methodology the elaboration of cartographic material for the analysis of geoenvironmental elements (climate, geology, pedology, geomorphology, land use and occupation). It was identified that 19.1% of the area is about the vegetation class, 23.93% for exposed soil and 57.06% for urbanized area. Which brings us to the results that the microbasin presents a current scenario with high density of occupation close to the channels, requiring better urban planning in these locations, thus having the support of geoenvironmental units as an analysis criterion.

Keywords: Watershed; Geoenvironmental, Basin planning; Land use and occupation.

1. Introdução

A temática sobre análise de bacia hidrográfica vem sendo objeto de estudo por profissionais de diversas áreas, pois a bacia hidrográfica é uma unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), objetivando o planejamento da gestão hídrica no Brasil (BRASIL, 1997). Segundo Barrella (2001), a bacia hidrográfica é considerada como sendo um recorte especial constituído por um canal principal e seus afluentes, delimitada por divisores d'água. Para Faustino (2006) a microbacia possui seu exutório ao canal principal de uma sub-bacia, dessa forma um conjunto de microbacias formam uma sub-bacia, estas possuem a área inferior a 100 km^2.

Estudos em bacias hidrográficas são importantes para conhecimento e planejamento ambiental devido às mudanças na paisagem provocadas por agentes naturais e antrópicos (SILVA JÚNIOR, 2017). As mudanças na paisagem no perímetro urbano de Marabá ocorrem devido às intensas ocupações para moradia, pavimentação dos solos e consequentemente pela retirada da cobertura vegetal (VALE; BALIEIRO, 2013).

Ademais, ressalta-se que há correlação dos aspectos geoambientais com as geotecnologias, pois são instrumentos eficientes na busca do planejamento ambiental, devido a possibilidade de análise sistêmica para entender a dinâmica da paisagem (COSTA; MORAES; PORTELA, 2015 apud COSTA; FARIAS; LOUREIRO, 2020). Nessa perspectiva, Vidal e Mascarenhas (2017) utilizam-se dos aspectos geoambientais na cidade Marabá/PA para classificação das unidades geoecológicas, levando em conta os fatores altimétricos e as manchas de vegetação.

Vale ressaltar que o município de Marabá teve seu PDM (Plano Diretor Municipal) reformulado em 2018, tendo como base o PDM de 2006. Segundo Marabá (2018), o plano diretor municipal define as diretrizes de macrozoneamento de uso e ocupação do solo urbano e rural, delimitando os espaços municipais em função dos interesses e necessidades coletivas de preservação, conservação das áreas naturais e organização de áreas antropizadas.

Cursos d'água significativos animam a cidade de Marabá, entre eles aponta-se atenção para a Microbacia da Grota Criminosa (MGC) localizada dentro do perímetro urbano do município de Marabá, na mesorregião sudeste do Pará, esse município teve suas mudanças ambientais e paisagísticas iniciadas a partir da década de 1970, no projeto de realocação da população, do núcleo Marabá Pioneira para o núcleo da Nova Marabá (ALMEIDA, 2008).

O entendimento das dinâmicas que mobilizam as paisagens na Microbacia da Grota Criminosa levam os melhores conhecimentos dos processos atuantes na área, assim, este artigo tem como objetivo analisar os aspectos geoambientais, visando subsidiar o planejamento ambiental na MGC.

2. Metodologia

Na metodologia dessa pesquisa utiliza-se do ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) para auxiliar no processo de aplicação dos estudos sobre planejamento ambiental que envolve análise da dinâmica da paisagem em bacia hidrográfica.

2.1 Área de estudo

A Microbacia da Grota Criminosa (MGC) (10.93 km^2), está localizada no núcleo da Nova Marabá e parte no núcleo da Marabá Pioneira, completamente dentro do perímetro urbano do município de Marabá-Pará. Georreferenciada pelas coordenadas métricas UTM (Universal Transversa de Mercator) E (Este) 704.200, N (Norte) 9.411.000; E (Este) 716.200, N (Norte) 9.406.000. Tendo como

base o Datum Sirgas 2000, fuso 22 no hemisfério sul. A microbacia está localizada próximo da confluência de dois grandes rios, Tocantins e Itacaiúnas (Figura 1).

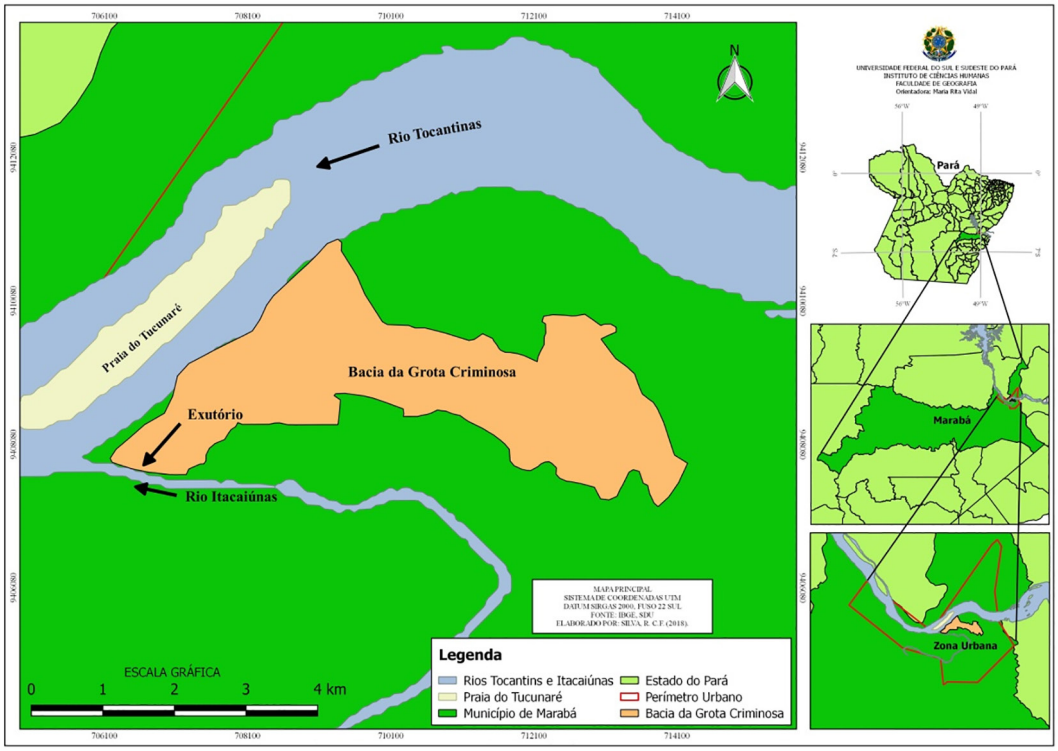


Figura 1: Localização da Microbacia Hidrográfica no perímetro urbano de Marabá (PA)
Fonte: IBGE (2015); SEPLAN (2018); SILVA (2018)

2.2 Aquisição dos dados

Para elaboração desse trabalho foi necessário o levantamento bibliográfico, além dos dados espaciais dos aspectos físicos e sociais da área de estudo, tais como: (a) obtenção da base topográfica do Município de Marabá, formato *dxf*, com curvas de nível a cada 2 metros (SEPLAN-Marabá, 2018); (b) *shapefile* de geologia, pedologia, hidrologia disponibilizados pelo IBGE, EMBRAPA, ANA, CPRM; (c) as imagens no formato *geotiff* - *SRTM*, obtidas pelo site da Embrapa e as imagens Landsat 8 sensor Oli, ano 2018, fornecidas pelo site do INPE; (d) por fim, obtendo os dados de clima (INMET) e censitários do IBGE (2017).

O método (FIGURA 2) utilizado para elaboração dos dados digitais consistiu na utilização do geoprocessamento por intermédio do programa Qgis 2.14, para criação de mapas da MGC e tabulação, construção do gráfico feito no Microsoft Excel 2010: (1) Converter a base topográfica de Marabá (2012) do formato *dxf* para *shp*, para posteriormente delimitação da microbacia, conforme análise do relevo e rede de drenagem para identificação dos divisores d'água; (2) Recorte e classificação das unidades geológicas, pedológicas, segundo CPRM (2008), IBGE (2012) e EMBRAPA (2018); (3) Recorte, reprojeção e classificação das unidades geomorfológicas, com o apoio da imagem SRTM, resolução espacial de 30 metros, carta sb-22-x-d, escala 1:250.000, segundo IBGE (2012) e CPRM (2008), além do processamento da imagem para classificação supervisionada do uso e ocupação do solo por intermédio da imagem Landsat 8 sensor Oli, resolução de 30m, referente o ano de 2018; (4) Tabulação e elaboração do gráfico de precipitação (INMET, 2015, 2016, 2017), posteriormente feito a análise dos dados populacionais (IBGE, 2017).

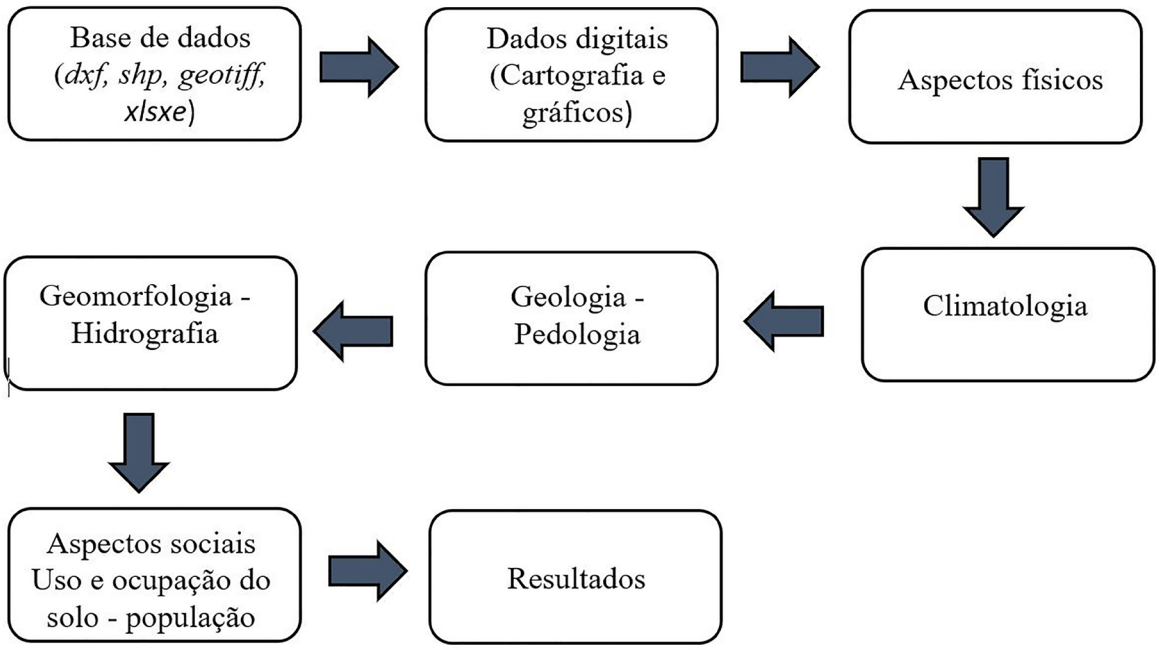


Figura 2: Fluxograma da Metodologia
Fonte: Adaptado de Silva (2018)

3. Resultados e Discussão

Atualmente, o recorte espacial delimitado pela MGC, vem sendo objeto de estudo de trabalhos acadêmicos, principalmente do curso de Geografia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). Dos quais, Sampaio, Silva e Silva (2015) afirmam que por meio da aplicação de técnicas cartográficas foi possível caracterizar os aspectos físicos e de ocupação da Grota Criminosa, utilizando perfis topográficos permitindo a compartimentação da bacia em alto, médio e baixo curso, para análise do escoamento superficial. Conforme Silva, Sampaio e Silva (2015), com o levantamento dos perfis transversais foi possível o cálculo de vazão hídrica de 9 (nove) pontos na Grota Criminosa para estudo de locais com risco de transbordamentos nos canais. Para Silva *et al.*(2018); Silva (2018) afirmam que apesar da MGC possuir baixa susceptibilidade a inundação, devido os valores normais dos índices morfométricos em condições normais de precipitação, continuam acontecendo as inundações sazonais.

Através dos dados de precipitação, para análise da variabilidade da chuva, referente os anos de 2015, 2016 e 2017 (FIGURA 3), o melhor entendimento sobre o abastecimento pluvial da microbacia em questão pode ser verificado.

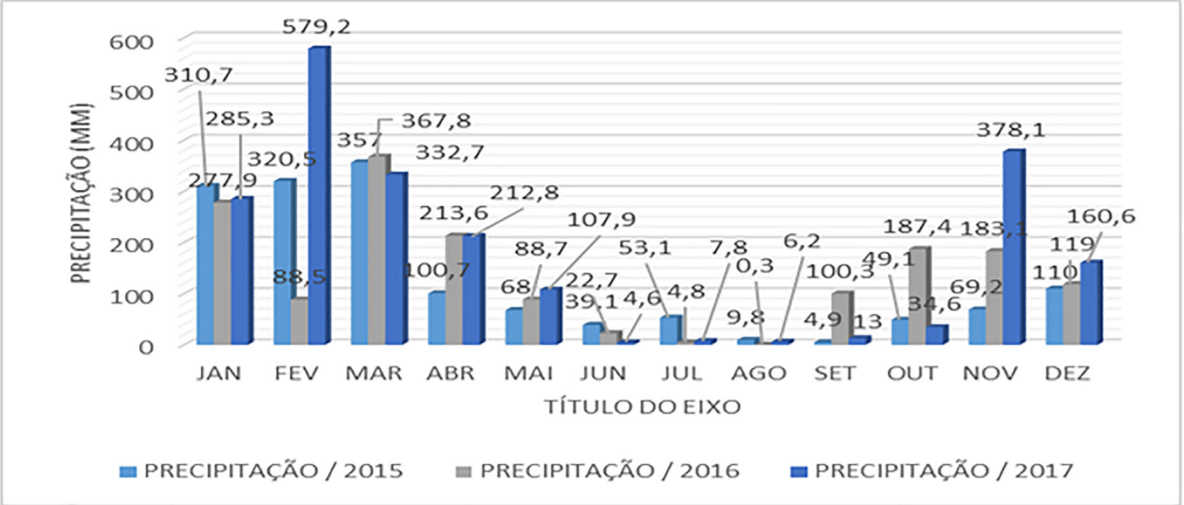


Figura 3: variação pluviométrica da MGC
Fonte: Adaptado INMET (2015, 2016, 2017); Silva (2018)

Analisando os dados pluviométricos de médias mensais de Marabá, estes giram em torno de 300 mm (milímetro) - sendo o mês de agosto, mais seco com 0,3 mm, no ano 2016. Em contrapartida o mês de março consta a maior média de precipitação (352,5 mm). Porém, o mês de fevereiro de 2017 deve maior dado de precipitação (579,2 mm). A classificação do município de Marabá se ajusta ao tipo Aw segundo a Köppen e Geiger (1939), com médias de 27 °C. A elevada precipitação anual vai influenciar de sobremaneira nos processos de inundações e enchentes impressos sobre as áreas de topografia mais rebaixadas da cidade, levando a problemas de ordem ecológica.

Analisando os mapas geológicos da CPRM (2008), entende-se que a área da Grota Criminosa na cidade de Marabá está localizada, geologicamente, na região do Cinturão de Cisalhamento Araguaia (Figura 4).

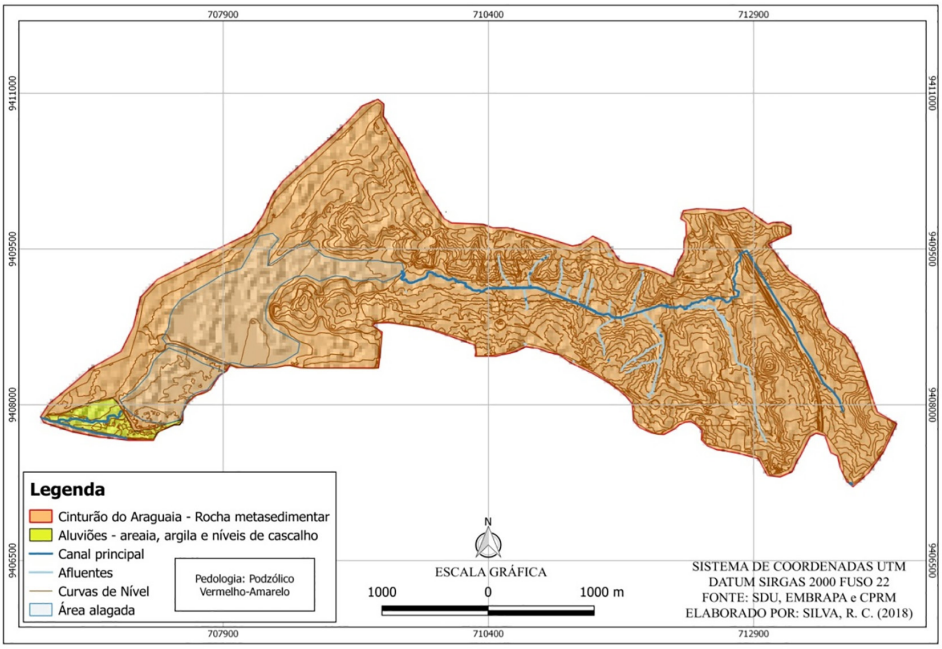


Figura 4: Geologia e Pedologia da MGC
Fonte: Adaptado CPRM (2008); EMBRAPA (2006); Silva (2018)

Observa-se no mapa (FIGURA 4), a distribuição do Cinturarão de Cisalhamento do Araguaia, tomando maior parte da área da bacia (10,723 km2, 98,11 %), e outra área demarcada está situada na foz da Grota Criminosa, essa região é de formação superficial de aluviões com presença de material sedimentar (0,207 km2, 1,89%). Entende-se também, que o Cinturão de Cisalhamento do Araguaia é uma unidade geotectônica de formação por rochas neoproterozoica de baixo grau metamórfico com maior presença no setor central setentrional da Província Tocantins situada na borda oriental do Cráton Amazônico (VASQUEZ, ROSA-COSTA, 2008).

Sobre o solo da área de estudo, está inserida na zona de solo tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, designados por horizonte A ou E, seguido de horizonte B textural (SANTOS *et. al.*, 2018; IBGE, 2007). Esses solos são bastantes susceptíveis a erosão, o qual tendo forma de usos e ocupação na Grota Criminosa acentuada ainda mais esses processos.

Com relação a geomorfologia, na figura 5 consta o mapa geomorfológico da área de estudo, com as classes diferenciadas em cores com variação de quente (vermelha) a fria (azul) para representar as unidades do relevo existente na microbacia da Grota Criminosa.

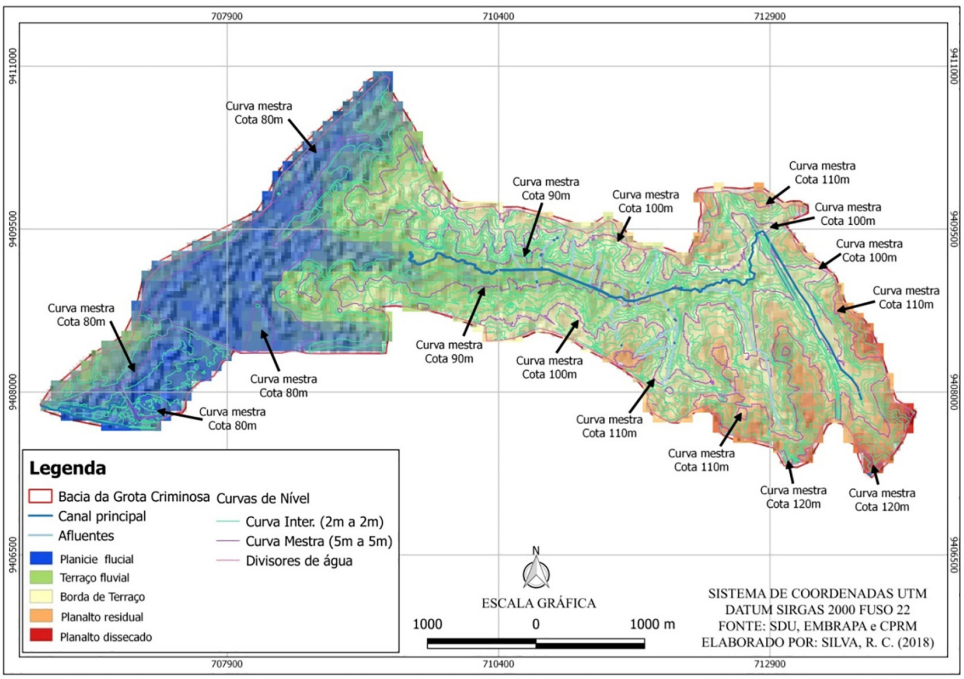


Figura 5: Geomorfologia da MGC

Fonte: Adaptado CPRM (2008); Silva (2018)

Sobre a figura 5, consta as unidades geomorfológicos, com 5 (cinco) classes e suas cotas altimetrias correspondentes: planalto dissecado (cota altimétrica 114m-124m), planalto residual (cota altimétrica 104m-114m), borda do terraço (cota altimétrica 94m-104m), terraço fluvial (cota altimétrica 84m-94m) e planície fluvial (cota altimétrica 72m-84m). Verifica-se que a maior área da referida microbacia acenta-se sobre terrenos de topografia rebaixada, com solos frágeis (planícies e terraços) o que fragiliza ainda mais a área, no tocante às formas de uso e ocupação existentes.

Para Marabá (2018), o plano diretor municipal considera as áreas não edificáveis devido aos riscos de alagamento com cota altimétrica abaixo de 82,00 metros acima do nível médio dos mares, que corresponde a 10,60 metros acima do nível normal do Rio Tocantins.

As condições morfológicas do relevo atreladas ao uso e ocupação do solo na área da bacia (FIGURA 6), são alguns dos fatores que podem levar à ocorrência de enchente e inundação. Dessa

forma, levando em consideração essas associações das unidades geoambientais permitem a identificar as tendências a inundações devido ao alto grau de urbanização próxima dos canais da microbacia.

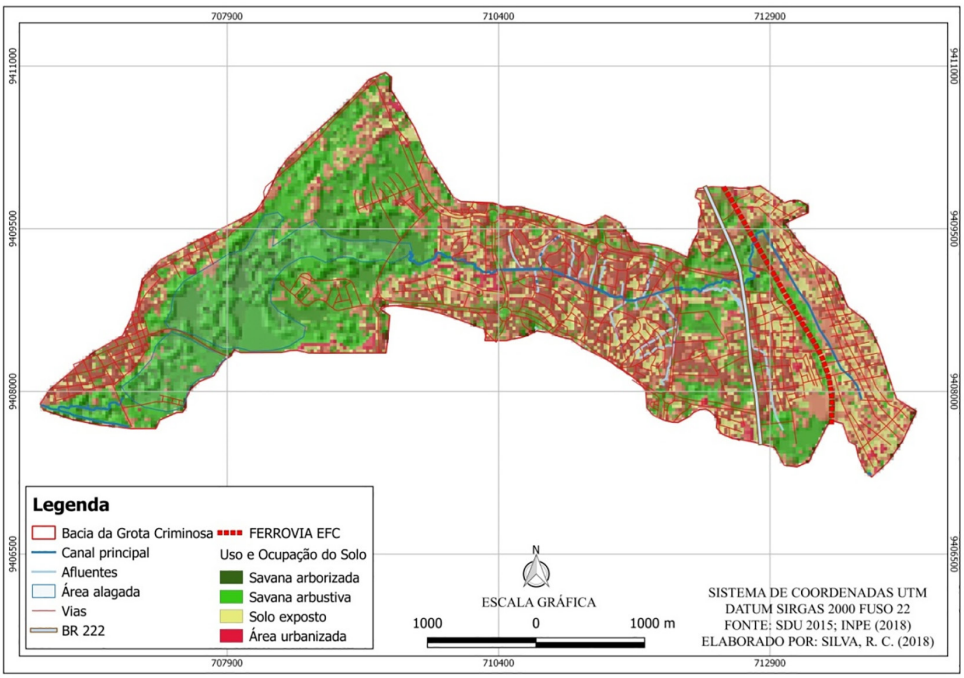


Figura 6: Uso e Ocupação do Solo na MGC
Fonte: Adaptado INPE (2008); Silva (2018)

Para o uso e ocupação do solo na microbacia da Grota Criminosa, foram mapeados em três classes: vegetação, solo exposto e área urbanizada. Calculando as áreas das classes, foram obtidos por percentuais de 19.01% (2.08 km^2) para classe de Vegetação, 23.93% (2.61 km^2) para Solo exposto e 57.06% (6.24 km^2) para Área urbanizada. Dessa forma, podemos destacar que as classes de uso e ocupação do solo, estão relacionadas ao avanço do processo de impermeabilização do solo e urbanização da região, poluição dos recursos hídricos e perda da cobertura vegetal.

Atualmente, a população do município de Marabá estimada pelo IBGE (2018) é de 271.594 habitantes. Sobre a população da MGC, temos como base os dados obtidos pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Análise de Bacia Hidrográfica da UNIFESSPA, onde constam que a população desse recorte espacial é de aproximadamente 79 mil habitantes (SAMPAIO, 2015).

As áreas da Microbacia da Grota Criminosa contêm a nascente do canal principal dentro da zona de expansão do Bairro Araguaia, na unidade geomorfológica de planalto dissecado com cota de 120m, estendendo-se pelo bairro Nossa Senhora da Aparecida. O médio curso da microbacia percorre as unidades (borda do terraço e terraço fluvial) no núcleo da Nova Marabá, parte central de leste para oeste. Por fim, o canal escorre pela planície fluvial, composta por vegetação, área imprópria para moradia e destinada atualmente para extração de argila e seixo. Nessa área observa-se o exutório da MGC que deságua na margem direita do rio Itacaiunas.

4. Considerações Finais

Este trabaho trouxe os conceitos de bacia hidrográfica e sua importância para o planejamento urbano do Município de Marabá, pois percebe-se uma carência de estudos como esse sobre as unidades geoambientais da microbacia em questão.

Sobre a precipitação foi contato picos elevados de chuva entre os meses de fevereiro, março e

abril, evidenciando nesse período as inundações na Microbacia da Grota Criminosa. Dessa forma, as áreas urbanas com risco de inundação podem atingir cotas altimétricas mais elevadas nas planícies fluviais, trazendo perdas para aos moradores dessa localidade.

A caracterização geológica e pedológica da MGC permite conhecer a estrutura que é responsável pela restruturação do relevo, pois essas informações são importantes para identificação de rochas e compreensão dos tipos de solo. A caracterização geomorfológica da MGC é importante para avaliar a formação dos solos, conforme a estrutura de cada unidade geomorfológica, permitindo análise da intensidade dos processos erosivos como também, a capacidade de uso e ocupação solo.

Sobre as informações obtidas de uso e ocupação do solo, foi possível identificar que a classe de área urbanizada da microbacia da Grota Criminosa possui alta densidade demográfica, principalmente próxima dos canais de drenagem, havendo variados tipo de ocupações urbanas.

Portanto, é importante fomentar estudos posteriores que incluam aspectos legais das políticas públicas para análise detalhada da forma de uso e ocupação de bacias hidrográficas urbanas. Objetivando, portanto, subsidiar diagnósticos socioambientais para melhorar a qualidade de vida da população da MGC.

5. Agradecimentos

À Profa. Dra. Maria Rita Vidal e ao Prof. Dr. Abraão Levi dos Santos Mascarenhas, por contribuir nas discussões dos resultados, além do suporte no Laboratório de Geografia Física. Ao Prof. Dr. Gustavo da Silva, pelo compartilhamento de conhecimento sobre bacia hidrográfica.

6. Referências

ALMEIDA, J. J. **A cidade de Marabá sob o impacto dos projetos governamentais.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em História Econômica, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

COSTA, S. T. L.; FARIAS, L. J. S.; LOUREIRO, G. E. **Aspectos geoambientais como subsídio ao planejamento urbano da cidade de Marabá (PA).** Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, ISSN: 2317-2363, Curitiba, v. 9, n. 2, p.257-284, mai./ago. 2020.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado do Pará.** (2008). Disponível em: <http://cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/para.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2020.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas.** Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2007. (Manuais Técnicos em Geociências, 4). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2020.

_____. **Malha Municipal, 2017.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 18 set. 2018.

_____. **Panorama – IBGE Cidades.** Rio de Janeiro, [S.d.]. Disponível em: <https://cidades.ibge.

gov.br/brasil/pa/maraba/panorama>. Acesso em 04 nov. 2018.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Landsat.** Divisão de Geração de Imagens. [s.d.] Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/es/dgi/documentacao/satelites/landsat>. Acesso em: 01 jul. 2018.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie.** v. 6. Berlin: G. Borntraeger, 1939.

MARABÁ (Município). **Lei nº 17.846, de 29 de março de 2018.** Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor Participativo do Município de Marabá, instituído pela Lei Municipal n° 17.213, de 09 de outubro de 2006. Disponível em: <http://www.governotransparente.com.br/transparencia/documentos/4466490/download/29/Plano_Diretor_Participativo_%2017.846_Mar%C3%A7o_2018.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.

SAMPAIO, S. P. **Esgotamento Sanitário e abastecimento de água. Uma análise sócio ambiental da área de preservação permanente do curso principal da micro bacia hidrográfica urbana da grota criminosa de marabá/pa. 2015.** 69 f. TCC (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2015.

SAMPAIO, S. P.; SILVA, R. C. F. SILVA, G. **Aplicação de técnicas cartográficas na construção de perfil transversal e longitudinal da bacia da Grota Criminosa, Marabá/PA.** I encontro da geografia da UEPA. A Geografia na Amazônia: desafios e perspectivas da pesquisa e do ensino. Belém, 2015.

SANTOS, Humberto Gonçalves [et al]. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. rev. e ampli. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p. Disponível em:< https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SILVA JUNIOR, R. O. da et al. Estimativa de precipitação e vazão médias para a Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiunas (BHRI), Amazônia Oriental, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v. 10, n. 05, p. 1638-1654, 2017.

SILVA, R. C. F.; RIBEIRO, E.; REIS, G.; MASCARENHAS, A. L. S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica urbana denominada Grota Criminosa em Marabá – Pará, Brasil. In: SINAGEO, 12, 2018, Crato, CE. Paisagens e biodiversidades: a evolução do patrimônio geomorfológico brasileiro. **Anais...** Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/8/8-529-2108.html>. Acesso em: 15 out. 2018.

SILVA, Ronis Cley Fontes da. **Caracterização morfométrica da microbacia para definição de setores inundáveis.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Humanas, Faculdade de Geografia, Curso de Licenciatura e Bacharelado em Geografia, Marabá, 2018.

SILVA, R. C. F; SAMPAIO, S. P. SILVA, G. **Levantamento de perfis transversais e cálculo da vazão do curso principal da microbacia hidrográfica da Grota Criminosa, Marabá/PA.** V Workshop Internacional sobre planejamento e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas. IFPA-Belém, 2015.

VALE, R. S.; BALIEIRO, C. P. P. Diagnóstico ambiental do perímetro urbano do município de Marabá, estado do Pará, utilizando imagens de alta resolução. **Anais** XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em:< http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.50/doc/p1414.pdf>. Acesso em 01 nov. 2020.

VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará**: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará. Escala 1:1.000.000. Belém: CPRM, 2008.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Paisagens do município de Marabá a partir de uma visão geossistêmica. In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1, 2017, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, CNGF, 2017, p. 4417-4425. Disponível em:< https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1930>. Acesso em: 20 out. 2019.

Análise multitemporal do sensor MODIS para caracterização do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, Amapá

Angelo Bruno Batalha Silva
Joabi Luiz Lima de Lima
Alan Nunes Araújo
Amintas Nazareth Rossete

Resumo
Diante do histórico de interferência antropogênica na região amazônica e as diferentes aplicações das geotecnologias em estudos ambientais, este trabalho tem como objetivo principal analisar as diferentes mudanças ocorridas na dinâmica vegetacional da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari no Amapá, através da plataforma *Google Earth Engine* e utilizando as bandas NDVI/EVI do sensor MODIS. Os diferentes resultados pelos índices demonstraram significativas mudanças ocorridas na área de estudo e a excelente aplicabilidade da plataforma sob o uso do sensor.

Palavras-Chave: Amazônia; Geotecnologia; NDVI; EVI; Amapá.

Abstract
Given the history of anthropogenic interference in the Amazon region and the different applications of geotechnologies in environmental studies, this work has as main objective to analyze the different changes occurred in the vegetational dynamics of the Araguari River Watershed in Amapá, through the Google Earth Engine platform and using the NDVI/EVI bands of the MODIS sensor. The different results by the indices showed significant changes occurred in the study area and the excellent applicability of the platform under the use of the sensor.

Keywords: Amazon; Geotechnology; NDVI; EVI; Amapá.

1. Introdução

Os estudos em torno das dinâmicas ambientais, onde o foco torna-se a contradição de preservação da natureza e o desenvolvimento econômico, têm ganhado ainda mais força nas últimas décadas, pois, aliados ao avanço das geotecnologias e do sensoriamento remoto, estes podem ser importantes ferramentas de análise dos impactos causados pela ação antropogênica no meio ambiente.

Para Tricart (1977), estudar a organização de um espaço é determinar como as ações podem se inserir em uma dinâmica natural, para que se possa corrigir certos aspectos desfavoráveis e facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio ambiente oferece. Neste sentido, Rosendo (2005) traz uma importante reflexão sobre o uso de índices de vegetação, onde a autora afirma que as análises de vegetação e detecção de imagens são realizadas com o objetivo de avaliar os recursos naturais e monitorar a cobertura vegetal. Consequentemente, a análise qualitativa da vegetação verde se torna uma das principais aplicações do sensoriamento remoto no âmbito de gestão ambiental (ROSENDO, 2005).

Diante disso, o presente artigo teve como objetivo geral realizar análises multitemporais das bandas espectrais referentes aos índices de vegetação NDVI e EVI, do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) desenvolvido pela NASA, através da plataforma *Google Earth Engine*, na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari no Amapá, tendo em vista as significativas mudanças ocorridas na área em questão por fatores como construção de hidrelétricas, termelétricas, desmatamento e crescimento urbano no período de 2000 a 2020.

1.1 Amazônia

Ao longo dos anos a Amazônia brasileira vem sofrendo incontáveis modificações em sua fauna e flora sejam pelo desmatamento, queimadas, grilagem de terras e/ou agropecuária. Historicamente, desde sua colonização, algumas políticas de imigração parecem ter incentivado o uso desenfreado de matéria-prima da floresta amazônica, no entanto, foi no governo de Getúlio Vargas (1930-1945) que estas práticas se intensificaram com a abertura de estradas em prol do desenvolvimento da região e durante a ditadura com a famosa política "integrar para não entregar" (IMAZON, 2013).

Para Becker (2005), a mercantilização da região amazônica sob a perspectiva científico-tecnológica ao final do século XX, trouxe diversos impactos negativos, porém, diversas mudanças estruturais e novas realidades a partir da interligação com o restante do país através das fronteiras. Em complemento, Porto-Gonçalves (2015) afirma que a natureza vem sendo transformada através das relações sociais e de poder, com ajuda da tecnologia em seus variados ramos desde a década de 1960 sob o sistema de produção capitalista.

Estas tecnologias geradas devem (ou deveriam) estar a favor da sociedade, onde Ab'Saber (2005) é categórico ao afirmar que conhecer os espaços e subespaços da região Amazônica torna-se imprescindível para geração de sistemas de gerenciamento ecológico racionais e inteligentes. Este cenário levanta a importante discussão da relação dialética existente entre sociedade e natureza do ponto de vista do dito desenvolvimento.

A partir de diversos estudos, sabe-se, hoje, da importância e influência dos rios na história da região Amazônica, que possui a maior bacia hidrográfica existente em termos de disponibilidade hídrica e potencial de geração de energia. Segundo Bordalo (2017), a bacia Amazônica apresenta-se como principal meio de transporte e de obtenção de alimentos para as comunidades tradicionais. De acordo com a ANA (2010), a Região Hidrográfica Amazônica abrange ao todo sete Estados que estão inseridos no limite da Amazônia Legal, sendo eles: Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima,

Amapá, Pará e Mato Grosso.

Neste sentido, vale ressaltar a importância de delimitar e caracterizar a extensão do Bioma Amazônico, que extrapola, inclusive, os limites do território brasileiro, estando presente em países como Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela. No caso brasileiro, o principal órgão atuante que segue as diretrizes político-administrativas oriundas da Lei 1806 de 6 de janeiro de 1953 para dar suporte à região, é a Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, criada pela lei 5173, de 27 de outubro de 1966, que irá configurar o limite da Amazônia legal (Figura 1) como sendo:

> Um recorte espacial e administrativo criado pelo Governo Federal para fins de planejamento e intervenção econômica. A região possui área aproximada de 5,1 milhões de km² e corresponde a cerca de 59,1% do território nacional. A Amazônia abrange, em sua totalidade, os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia, Tocantins e, parcialmente, o Estado do Maranhão, a oeste do Meridiano 44º (SUDAM, 2018, p. 84).

Vale ressaltar que o Plano de Integração Nacional (PIN) criado no governo de Médici, pelo Decreto-Lei nº 1.106, de 16 de junho de 1970 (BRASIL, 1970 C), implementou grandes obras de infraestrutura nas regiões Norte e Nordeste visando a integração econômica das mesmas para o restante do país. O principal marco deste plano foi a construção das rodovias Transamazônica e Santarém-Cuiabá que impactaram tanto nos aspectos econômicos e demográficos quanto simbólicos destas regiões, sendo, portanto, um dos maiores projetos do país. Outras rodovias de importante relevância para a região amazônica foram a Belém-Brasília, Cuiabá-Porto Velho e Manaus-Boa Vista sendo as principais e mais importantes vias de escoamento e avanço de atividades como pecuária e mineração (SOUZA, 2020).

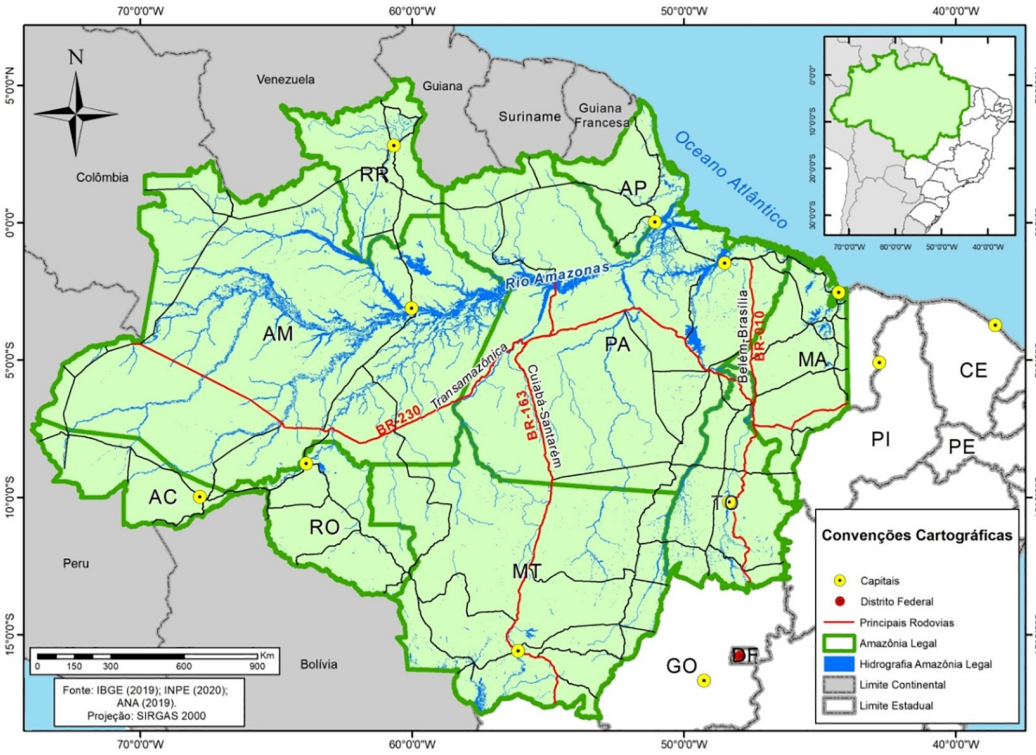


Figura 1: Mapa de localização da Amazônia Legal.

Fonte: Autor

Um dos principais aliados para o avanço da economia amazônica foi a utilização de geotecnologias, como a criação do projeto Radar na Amazônia (RADAM) que representou um marco científico-tecnológico objetivando amplos estudos sobre os recursos naturais da região. Devido aos bons resultados gerados pelo RADAM, em julho de 1975 o levantamento de radar foi expandido para todo território nacional visando um estudo ainda mais completo do país, passando, portanto, a se chamar RADAMBRASIL (ESCOBAR *et al*., 2005).

1.2 Amapá

Neste contexto de desenvolvimento da região Amazônica, o estado do Amapá, localizado a nordeste da região norte do Brasil (Figura 2), configurou um importante papel sobre o ponto de vista econômico sendo um dos principais escoadores de produtos e recursos naturais da região como, ouro, látex e madeira (ARAÚJO, 2019). Além disso, segundo Marques (2009), o território amapaense marcou a presença da primeira experiência de mineração industrial com a chegada da Indústria e Comércio de Minérios S.A. – ICOMI que impactou diretamente a formação sócio-espacial e socioeconômica do Estado.

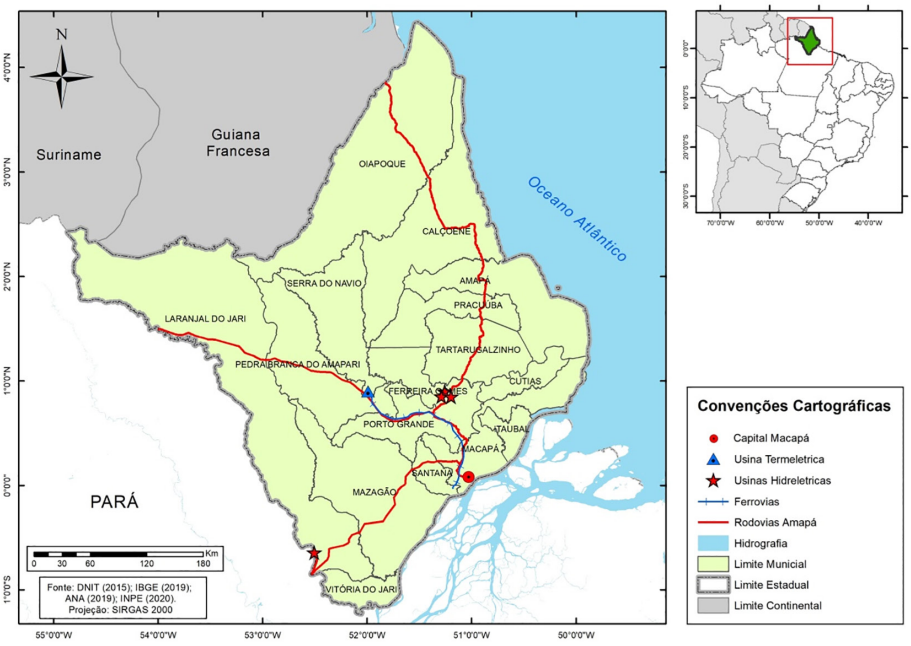


Figura 2: Mapa de localização do Estado do Amapá.

Fonte: Autor

Segundo dados oficiais do IBGE (2020), o Estado possui população estimada em 861.773 habitantes, ocupando uma área de 142.828,521 km^2 e dividindo-se em 16 municípios e seus principais rios são o Amazonas (foz), Araguari, Oiapoque, Pedreira, Gurijuba, Cassiporé, Jari, Vila Nova, Matapi, Maracapu, Amapari, Amapá Grande, Flexal e Tartarugalzinho. Sua economia baseia-se na extração da Castanha da Amazônia (Castanha do Pará), de madeira e mineração de manganês. Além disso, o Estado apresenta uma vasta diversidade de ecossistemas, resultantes de duas paisagens distintas, que Filocreão define como sendo:

> 1) domínio das formações florestadas (floresta densa de terra firme, floresta aluvial de várzeas ou de áreas inundáveis, mata de igapó e floresta de manguezais) ocupando mais de 80% do território; 2) domínio das formações campestres (cerrado e campo aluvial de

várzeas) ocupando cerca de 16,7% do território amapaense (FILOCREÃO, 2015, p. 97).

A disputa acirrada pelo território amapaense remete aos tempos da colonização portuguesa e gerou grandes conflitos territoriais entre os portugueses e outros povos europeus (ingleses, holandeses, irlandeses) que não aceitavam a divisão imposta do novo mundo por Portugal e Espanha com o Tratado de Tordesilhas. O território amapaense apresenta uma rica biodiversidade de ecossistemas e seus recursos naturais são cobiçados pelo próprio Estado, a partir de investimentos diretos em infraestrutura, políticas de incentivo à participação de capital privado ou estatal com a oferta de incentivos fiscais.

Uma das principais propostas governamentais que contribuiu para o planejamento econômico regional visando o incentivo e ampliação de infraestruturas na Amazônia foi a criação da Superintendência do Plano de Valorização da Amazônia (SPVEA), em 1953, tendo como primeira atividade econômica a exploração do manganês no Amapá que será beneficiada com a construção da estrada de ferro Serra do Navio em Macapá junto à implantação do porto da ICOMI, a fim de consolidar e garantir o fornecimento desse minério à siderurgia norte-americana marcando por mais de meio século a intensa exploração mineral dessa região (PORTO, 2002).

1.3 Bacia Hidrográfica do Rio Araguari

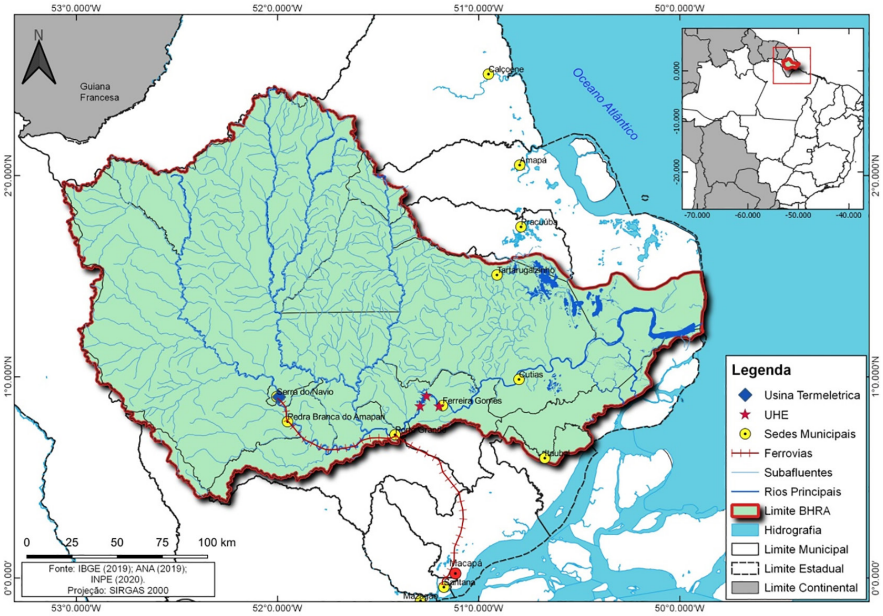


Figura 3: Mapa de Localização da BHRA.

Fonte: Autor

A Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (Figura 3) é a maior bacia do Amapá, está localizada na porção central do Estado entre as latitudes 0º 30' N e 1º 30'N e as longitudes 51º 03' W e 52º 30'W, sua extensão é de aproximadamente 43.560km^2 sendo o maior curso d'água em volume e extensão do Amapá com 300 km de extensão, além de possuir uma descarga média de 1.200m^3/s (ARAÚJO 2019; SANTOS, 2012).

Na porção central do rio Araguari encontram-se as usinas hidrelétricas Coaracy Nunes (UHECN), Ferreira Gomes (UHEFG) e Cachoeira Caldeirão (UHECC) e é composta por grandes variações físico-ambientais, seja pela presença de colinas, de planaltos residuais e de planícies fluviais, no alto curso do rio, seja pela presença de tabuleiros costeiros, de planícies fluviolacustres e fluviomarinhas, além dos paleoambientes, no médio e baixo curso do Araguari, que somadas às

características climatológicas, geológicas, hidrológicas, de solos e de vegetação, formam sistemas geoambientais diferenciados (ARAÚJO, 2019, p. 25).

2. Metodologia

A metodologia abordada nesta pesquisa contou com a utilização da plataforma *online* de geomapeamento *Google Earth Engine* para aquisição das bandas NDVI e EVI (Quadro 1) do sensor MODIS do satélite americano TERRA. Esta plataforma, além de marcar um importante avanço em diversas pesquisas por utilizar linguagem de programação, também conta com um vasto acervo de dados espaciais.

Este trabalho também consistiu em resgates bibliográficos sobre a problemática ambiental e a utilização das geotecnologias. Posteriormente, partiu da geração dos mapas de localização a partir do limite em formato *shapefile* da área de estudo, obtida a partir da pesquisa realizada por Araújo (2019), e outros limites disponibilizados por órgãos oficiais como ANA, IBGE, INPE e DNIT.

Quadro 1: Índices de vegetação utilizados

Índice	Equação	Observações
Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (*Normalized Difference Vegetation Index*) (ROUSE et al., 1973)	$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$ Sendo NIR = reflectância na banda referente ao infravermelho próximo; RED = reflectância na banda referente ao vermelho.	Tem por objetivo eliminar as diferenças referentes à sazonalidade do ângulo solar e minimiza os efeitos da atenuação atmosférica, observados para dados multitemporais.
Índice de Vegetação Melhorado (EVI) (*Enhanced Vegetation Index*) (JUSTICE et al., 1998)	$EVI = \frac{G * (NIR - RED)}{(NIR + C1 * RED - C2 * Blue + L)}$ Onde: NIR = Reflectância do infravermelho próximo; RED = Reflectância do vermelho; Blue = Reflectância do azul; L = ajuste de fundo; C1 e C2 = Coeficientes de resistência a aerossóis.	Este índice foi desenvolvido para aperfeiçoar o sinal da vegetação, visando melhorar a sensibilidade de sua detecção em regiões com maiores densidades de biomassa.

Fonte: Autor

Não menos importante, este trabalho contou com a utilização do *software* QGIS 3.14.16 para o tratamento das imagens obtidas em formato TIFF, sendo necessário o recorte destas para o limite da área de estudo e classificação dos índices para geração das classes.

3. Resultados e Discussão

A partir das etapas supracitadas, os índices de NDVI e EVI demonstraram um comportamento bastante eficaz com relação à diminuição de vegetação ao longo do intervalo de 20 anos utilizado como metodologia deste trabalho.

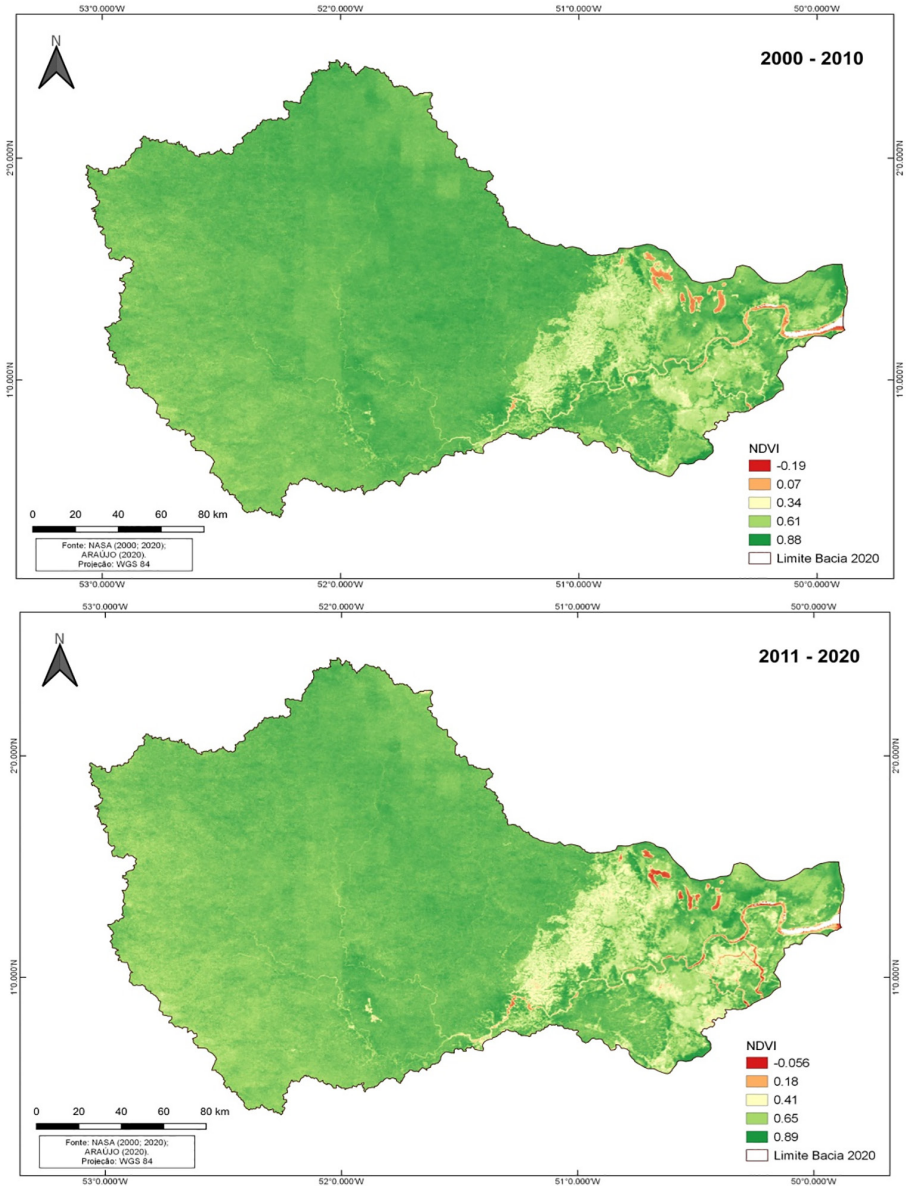


Figura 4: Mapas referentes ao NDVI

Fonte: Autor

Após a geração e análise do NDVI, identificamos uma relativa diferença nos valores referentes ao período de 2000 a 2010 onde no primeiro momento temos 0.88 que consideraremos como vegetação densa, 0.61 para vegetação secundária, 0.34 para pasto/malha urbana, 0.07 para corpos de areia e -0.19 para corpos d'água.

Para o segundo período, de 2011 a 2020, temos 0.89 para vegetação densa, um aumento de 0.65 para vegetação secundária, para pasto/malha urbana um significativo aumento de 0.41 em relação ao primeiro período, outro aumento de 0.18 para corpos de areia e uma diminuição acentuada de -0.056 em corpos d'água. Neste período, é importante ressaltar crescimento na demografia dos municípios inclusos na área de estudo, podendo ser consequência do início de funcionamento em 2014 da Hidrelétrica Ferreira Gomes no Rio Araguari.

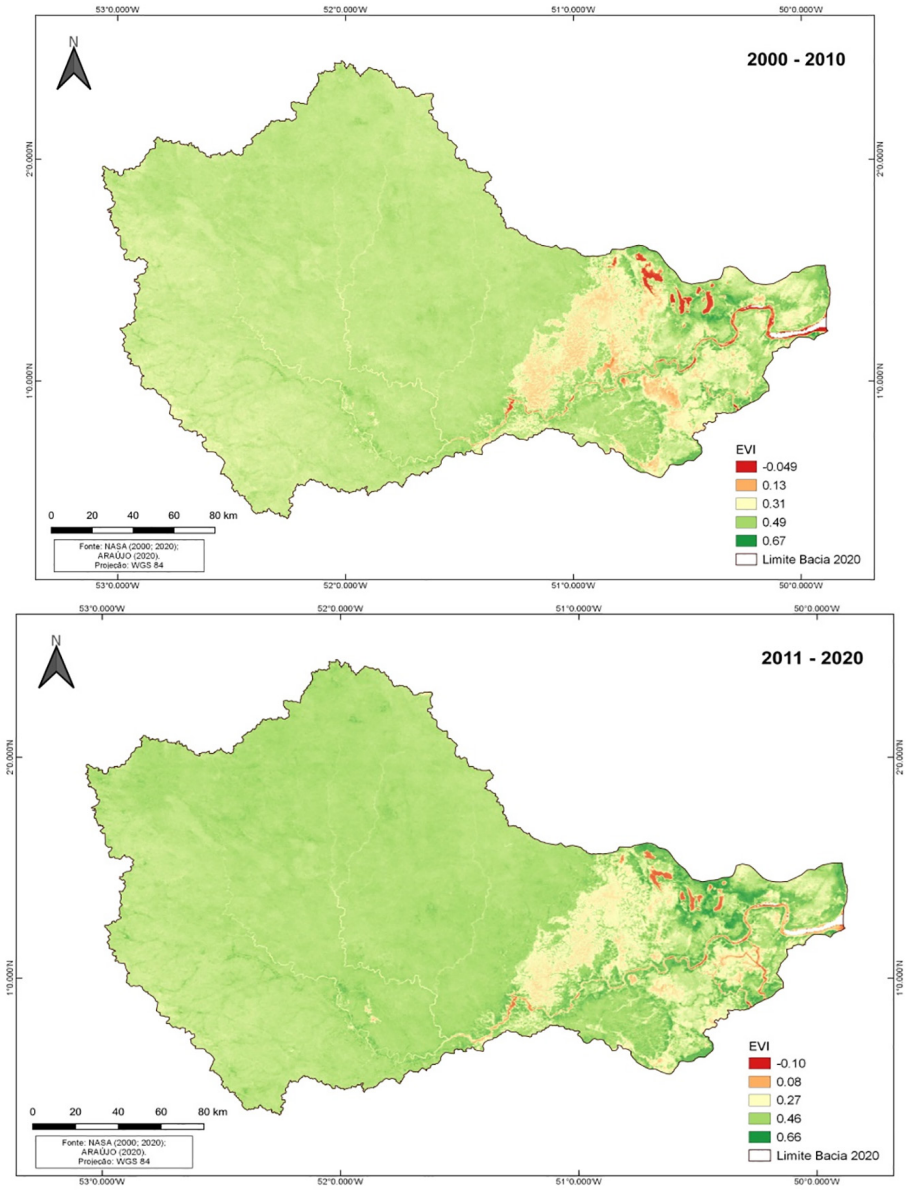


Figura 5: Mapas referentes ao EVI

Fonte: Autor

De acordo com os índices de EVI referentes do primeiro período, 2000 a 2010, obtivemos como resultado de 0.67 para vegetação densa, 0.49 para vegetação secundária, 0.31 para pasto/malha urbana, 0.13 para corpos de areia e -0.04 para corpos d'água. No segundo período, 2011 a 2020, 0.66 de vegetação densa, 0.46 para vegetação secundária, 0.27 para pastos/malha urbana, 0.08 para corpos de areia e -0.10 para corpos d'água. Nota-se que, de acordo com os valores do EVI, estes representam com mais assertividade à realidade mostrada nas imagens da área de estudo, considerando o corpo d'água próximo ao exultório do rio Araguari. Além disso, as tonalidades de cores utilizadas em todos os mapas representam os tipos de vegetação existentes na área em questão.

4. Considerações Finais

Diante dos resultados obtidos, os índices NDVI e EVI podem ser facilmente detectados pelo sensoriamento remoto através do *Google Earth Engine*. Estes, retirados do sensor MODIS mostraram ser importantes cálculos não apenas para quantificar, mas para qualificar as mudanças ocorridas de um determinado território podendo, também, entender a proveniência destas mudanças, seja por crescimento demográfico, desmatamento, atividades agropecuárias ou queimadas.

5. Referências

AB'SABER, A. **Aziz Ab'Sáber:** problemas da Amazônia brasileira. Estudos avançados (53), 2005.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Região Hidrográfica Amazônica.** Disponível em: https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/amazonica Acesso em: 12 de março de 2021.

ARAÚJO, A. N. Análise Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari – AP: Subsídios ao planejamento ambiental. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

BECKER, B. K. **Geopolítica da Amazônia**. USP: Estudos Avançados 19 (53). São Paulo. 2005.

BORDALO, C. et al. **Conflitos socioambientais pelo uso da água em comunidades ribeirinhas no nordeste paraense:** o caso das bacias hidrográficas dos rios Murucupi e Dendê no município de Barcarena-PA. In: Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento. Campinas: Instituto de Geociências – Unicamp 2017.

DIODATO, M. A. et al. Índice de Vegetação. In: Geotecnologias para aplicações ambientais. Belo Horizonte: Uniedusul, 2021. p. 288-300.

ESCOBAR, I. P. et al. Reprocessamento digital das imagens SLAR geradas pelos projetos RADAM e RADAMBRASIL - projeto RADAM-D. IN: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005, INPE, p. 4395-4397.

FILOCREÃO, A. S. M. **Amapá 2000-2013.** São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2015. 140 p.

IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. **Portal Imprensa.** 2013. Disponível em: https://imazon.org.br/imprensa/linha-do-tempo-entenda-como-ocorreu-a-ocupacao-da-amazonia/ Acesso em: 13 de março de 2021.

JUSTICE, C. O.; VERMOTE, E.; TOWNSHEND, J. R. G.; DEFRIES, R.; ROY, D. P. et al. **The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)**: land remote sensing for global change research. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 36, n. 4, p. 1228-1249, 1998.

MARQUES, I. C. R. Território Federal e mineração de manganês: gênese do Estado do Amapá. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

PORTO, J. L. R. Amapá: principais transformações econômicas e institucionais (1943-2000). **Tese** (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2002.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Amazônia enquanto acumulação desigual dos tempos:** Uma contribuição para a ecologia política da região. Revista Crítica de Ciências Sociais, 107. Coimbra. 2015. p. 63-90.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. *In*: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3., 1973, Greenbelt, Maryland, USA. Proceedings [...]. Greenbelt: NASA, 1973. p. 3010-3017.

ROSENDO, J. dos S. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari-MG utilizando dados do sensor Modis**. 2005. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2005.

SOUSA, M. **Transamazônica:** Integrar para não entregar. Nova Revista Amazônica, Vol. 8, 2020.

SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Síntese de indicadores da Amazônia Legal.** Belém, 2018. 84 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

AVALIAÇÃO DOS PLANOS SETORIAIS À LUZ DOS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO DO OESTE (SVO) SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO TAPERA NO ESTADO DA BAHIA

LUCAS SANTANA CARDOSO
ROSIANE GONÇALVES BARRETO
ISAQUE DOS SANTOS SOUSA

Resumo
No Nordeste brasileiro, onde as crises hídricas são recorrentes, o uso de reservatórios superficiais de médio porte é uma alternativa para ampliar o armazenamento de água nos períodos úmidos para uso nos períodos secos ou de maior demanda. Deste modo, o reservatório Tapera, localizado no Estado da Bahia, onde seus níveis são diretamente impactados pelos incrementos de demanda devido ao turismo, foi utilizado como estudo de caso, uma vez que com a implantação do Sistema Viário do Oeste (SVO), do qual integra a Ponte Salvador-Itaparica, a pressão sobre os recursos hídricos na Ilha de Itaparica tem sido uma preocupação de especialistas da área e da população residente. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo levantar e discutir os programas e ações contidos no Plano Urbano Intermunicipal da Ilha de Itaparica (PUI), na perspectiva de identificar alinhamento e integração com demais planos setoriais com os objetivos de atendimento a demanda hídrica. Foi evidenciado baixo alinhamento entre os prognósticos realizados pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul e os demais planos que contemplam o crescimento populacional esperado pela implantação do SVO, evidenciando a necessidade e construção de políticas integradas entre os diferentes entes que permeiam a gestão de recursos hídricos.

Palavras-Chave: Gestão de recursos hídricos; Sistema Viário do Oeste; Abastecimento de água.

Abstract
In the Northeast of Brazil, where water crises are recurrent, the use of medium-sized surface reservoirs is an alternative to expand the storage of water in wet periods for use in dry periods or when there is a greater demand. Thus, the Tapera reservoir, located in the State of Bahia, where its levels are directly impacted by the increase in demand due to tourism, was used as a case study, since with the implementation of the Western Road System (WRS), from which is part of the Salvador-Itaparica Bridge, the pressure on water resources on the Island of Itaparica has been a concern of specialists in the area and the resident population. In this context, this study aimed to survey and discuss the programs and actions contained in the Itaparica Island Intermunicipal Urban Plan (IUP), with a view to identifying alignment and integration with other sector plans with the objectives of meeting water demand. It was evidenced a low alignment between the forecasts made by the Recôncavo Sul Basin Water Plan and the other plans that contemplate the population growth expected by the implantation of the WRS, evidencing the need and construction of integrated policies between the different entities that permeate the management of water resources

.**Keywords:** Water resources management; Western Road System; Water supply.

1. Introdução

A oferta dos recursos hídricos em todo o mundo tem sido impactada por diversos fatores, dentre os quais se destacam o aumento da demanda, além das perdas nos sistemas de abastecimento e irrigação, da poluição dos corpos d'água e da ocorrência de eventos hidrológicos críticos cada vez mais recorrentes. Neste contexto, as recentes crises hídricas que se instalaram no Brasil, em especial a ocorrida entre os anos de 2012 e 2017, comprometeram a oferta de água e exigiram a adoção de respostas rápidas, muitas delas de caráter contingencial, incluindo racionamento, alocação negociada de águas armazenadas em reservatórios, implantação de obras emergenciais e casos extremos de suspensão de usos da água (ANA, 2019).

No Nordeste brasileiro, onde a escassez dos recursos hídricos é um tema bastante recorrente, os reservatórios superficiais (ou açudes) de médio porte são muito importantes para armazenar água nos períodos úmidos para posterior uso nos períodos secos ou de maior demanda. O reservatório Tapera, localizado na Ilha de Itaparica, que é uma região marcada pelo aumento de demanda no período de novembro a março, devido ao forte apelo turístico, coincidindo com os meses de menores índices pluviométricos, ilustra esta importância, mas tem seus níveis diretamente impactados por um incremento de demanda devido ao turismo. Somada a essa situação, com a implantação do Sistema Viário do Oeste (SVO), do qual integra a Ponte Salvador-Itaparica, a pressão sobre os recursos hídricos na Ilha de Itaparica tem sido uma preocupação de ambientalistas e especialistas da área de gestão e regulação de recursos hídricos.

O rearranjo do espaço urbano, e o possível incremento populacional de mais de 250 mil pessoas em 30 anos, tem sido alvo de estudos e prognósticos através de planos setoriais diversos com a finalidade de mitigar os impactos urbanos, sociais e ambientais, inevitáveis num projeto desta magnitude. Esta construção do espaço urbano envolve uma pluralidade de agentes, onde cada um é dotado de interesses, estratégias e práticas espaciais próprias, portadores de contradições e geradores de conflitos. Estes agentes com suas ações, sejam públicas ou privadas, individuais ou coletivas, planejadas ou não, materializam a forma física das cidades (ALMEIDA, 1994; CORREA, 2012, apud ALMEIDA e MELCHIORS, 2017). Assim, para promover a efetivação das ações de forma assertiva minimizando os conflitos, os diferentes planos setoriais devem apresentar estreito alinhamento.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo levantar e discutir os programas e ações contidos no Plano Urbano Intermunicipal da Ilha de Itaparica (PUI) elaborado como estudo complementar para a construção do SVO com horizontes até 2052, na perspectiva de identificar alinhamento e integração destes na construção de uma a agenda para o atendimento das demandas pelos recursos hídricos com a migração urbana decorrente da implantação deste novo sistema viário.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Tapera, no Estado da Bahia, integra a Região Hidrográfica do Atlântico Leste (sub-bacia Recôncavo 1), e, de acordo com a regionalização estadual, compõe a Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) IX do Recôncavo Sul. O Plano das Bacias Hidrográficas do Recôncavo Sul insere a bacia do rio Tapera na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) Itaparica-Vera Cruz.

De acordo com Tomasoni e Tomasoni (2005), a área onde está localizada a bacia do rio Tapera

apresenta clima úmido, com precipitações médias anuais de 1600 a 2000mm, com o período de chuvas de abril a julho e de menor precipitação entre outubro e março.

A bacia hidrográfica do rio Tapera possui uma área de cerca de 38,0 km^2, e o seu rio principal, que dá o nome à bacia, tem o exutório localizado na Baía de Todos os Santos, costa leste do Oceano Atlântico (Figura 1a). Com uma grande fração preservada de remanescentes florestais de mata atlântica na área da nascente do rio principal, a bacia tem baixa ocupação humana, sendo desenvolvida predominantemente a atividade de cultivo de oleaginosas (dendê) na área limítrofes a barragem Tapera (Figura 1b).

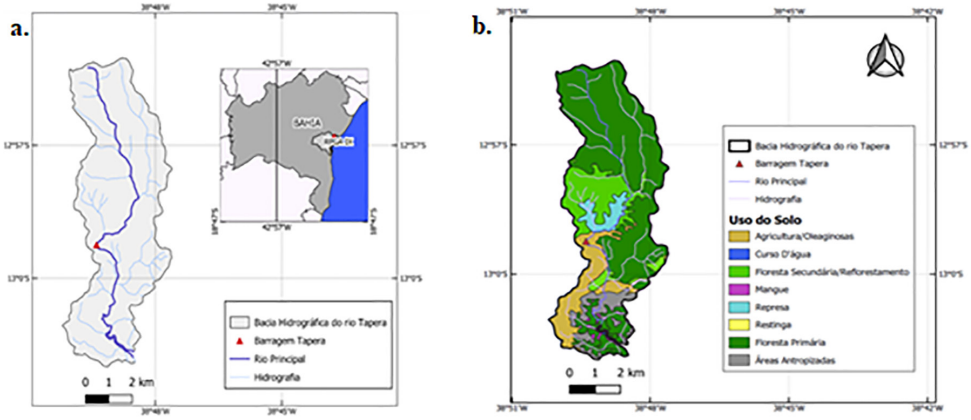


Figura 1: Bacia Hidrográfica do rio Tapera (a) e mapa do uso do solo (b).

Fonte: Autoria própria.

A barragem Tapera (Figura 2), construída em 1982, é do tipo maciço de terra homogênea, com comprimento da crista de 132 m, largura da crista de 7 m e altura máxima de 18 m (BAHIA, 2015; INEMA, 2019).



Figura 2: Barragem Tapera.

Fonte: Jornal A tarde (2013); GANA (2015).

2.2 Identificação e avaliação das propostas de mitigação de cenários de escassez com o advento do SVO

Foram identificadas as principais características do sistema de abastecimento atual e avaliada as propostas de ampliação do mesmo, além das medidas de mitigação e atendimento a demandas futuras com a construção do SVO (Figura 3).

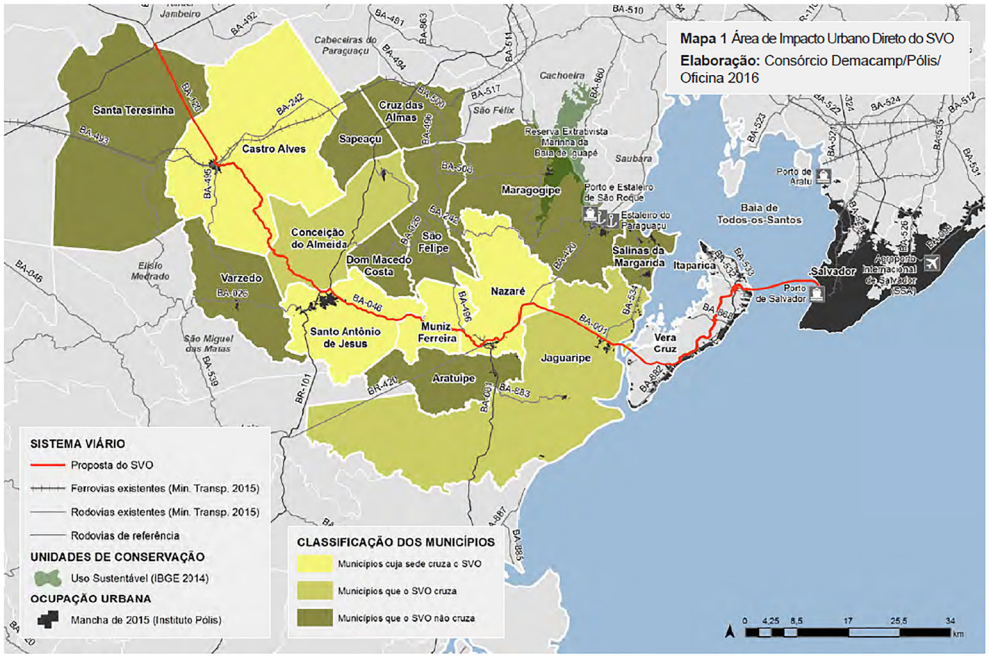


Figura 3: Área de Impacto Urbano Direto do SVO.
Fonte: SEDUR (2014).

O SVO é um projeto composto pela Ponte Salvador-Itaparica e pela integração de quatro rodovias federais (BRs 101, 116, 242 e 324). Seu objetivo principal é a criação de um anel viário suprametropolitano, que visa, também, integrar regiões, especialmente o Baixo Sul à Região Metropolitana de Salvador (RMS). O governo estadual baiano desenvolve, desde 2010, o projeto de construção da Ponte Salvador-Itaparica. Segundo estudos preliminares feitos pelo governo da Bahia, em uma projeção até o ano de 2052, a população da Ilha de Itaparica saltará de pouco mais de 50 mil habitantes para cerca de 300 mil (BAHIA, 2014).

2.3 Levantamento dos planos setoriais relacionados à gestão de recursos hídricos e do território

Foram levantados os principais instrumentos de gestão de recursos hídricos e do território elaborados no período de discussão do projeto de concepção do Sistema Viário do Oeste iniciado no ano 2010, a saber: Plano das Bacias Hidrográficas do Recôncavo Sul e Proposta de Enquadramento dos Corpos d'água (2019); Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara (2015); Plano Urbano Intermunicipal (PUI) – Ilha de Itaparica (2015); Relatório Técnico do PDDU Vera Cruz (2015); e, Relatório Técnico do PDDU Itaparica (2015).

2.4 Avaliação do alinhamento entre os programas e ações propostas nos planos setoriais no que tange ao desenvolvimento urbano e atendimento a demanda pelos recursos hídricos

Nesta etapa, foram levantados e avaliados os programas e ações contidos no Plano Urbano Intermunicipal da Ilha de Itaparica (PUI), elaborado como estudo complementar para a construção do SVO com horizontes até 2052, na perspectiva de se identificar alinhamento e integração dos mesmos na construção de uma agenda para o atendimento das demandas por recursos hídricos com a migração urbana decorrente da implantação do SVO. Foi desenvolvida uma matriz de alinhamento das ações entre os planos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Avaliação da matriz de alinhamento entre os planos setoriais

O Plano Urbano Intermunicipal (PUI) – Ilha de Itaparica (2013) foi desenvolvido de modo a contemplar horizontes de curto prazo (4 anos - 2020-2023), médio prazo (20 anos 2024-2031) e longo prazo (20 anos - 2032-2052). Foram identificadas 5 ações relacionadas às melhorias dos sistemas de abastecimento de água na Ilha de Itaparica (BAHIA, 2014), e fazem parte dos estudos complementares desenvolvidos a partir do Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador (2015), que apresenta alternativas de ampliação do SIAA Itaparica-Vera Cruz em cenários de desenvolvimento da região com a implantação do Sistema Viário do Oeste (SVO).

O alinhamento entre as diferentes secretarias estaduais mostra-se um desafio, uma vez que as ações deverão ser capitaneadas por diferentes pastas. No Estado da Bahia, as ações de articulação para implantação do SVO ficam a cargo da Secretaria do Planejamento, a contratação dos estudos urbanísticos e apoio aos municípios ficam a cargo da SEDUR (Secretaria de Desenvolvimento Urbano), as ações de ampliação dos sistemas de saneamento estão sob a égide da SIHS (Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento).

A gestão de recursos hídricos no Estado da Bahia é de responsabilidade do INEMA (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), autarquia vinculada à Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), a qual viabilizou a elaboração do Plano das Bacias Hidrográficas do Recôncavo Sul aprovado no ano de 2019.

A gestão integrada de recursos hídricos tem como principais fundamentos o uso sustentado dos recursos, a abordagem multisetorial e o emprego de medidas não estruturais, entre as quais se destaca a gestão de demanda (SILVA e PORTO, 2003).

Observou-se que o Plano das Bacias Hidrográficas do Recôncavo Sul, apesar ser um estudo mais recente que os demais, não contemplou no seu prognóstico e projeção de demandas futuras as associadas ao potencial impacto do Sistema Viário do Oeste sobre os recursos hídricos, em especial na UPGRH Ilha de Itaparica, que tem a barragem Tapera como sua principal fonte de abastecimento público de água.

Foram identificadas projeções até o ano de 2040 e estudos apresentando alternativas de abastecimento dos municípios de Itaparica e Vera Cruz no Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara (2015), que apresenta alternativas de ampliação do SIAA Itaparica-Vera Cruz em cenários de desenvolvimento da região com a implantação do Sistema Viário do Oeste (SVO) (Quadro 1).

Quadro 1: Matriz de alinhamento entre planos setoriais com o PUI.

Plano setorial	Ação	Prioridade	Planos setoriais que está alinhado	Ação correlata prevista em outros planos	Observações
PUI	10.1.1.2. Ampliação das redes de água e esgoto, visando atender às demandas atual e sazonal e à sua evolução no curto prazo.	IMEDIATA (2016-2019)	• Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara.	Construção de uma barragem no rio Jaguaripe e adutoras para complementação do SIAA Ilha de Itaparica (barragem tapera), com vistas ao atendimento da demanda proveniente do SVO.	O PDDU de Vera Cruz e Itaparica só apresentam o diagnóstico dos sistemas e não propõem ações para a barragem tapera. O PRH Recôncavo Sul apresenta ações genéricas de monitoramento hidrometereológico e cadastro de usuários, porém não sugere em seu texto a construção de nenhuma barragem para complementar o abastecimento.
	10.1.3.1. Revisão do Plano de Expansão de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário da RMS, considerando as projeções populacionais até 2052.	IMEDIATA (2016-2019)	• Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara. • Plano das Bacias Hidrográficas do Recôncavo Sul e Proposta de Enquadramento dos Corpos d'água	Sugere-se a elaboração e/ou revisão dos Planos Municipais de Saneamento Básico dos Municípios	Já foram elaborados os Planos de Saneamento dos Municípios de Itaparica e Vera Cruz no ano de 2019. Está em processo de contratação o Plano de Esgotamento Sanitário da RMS.
	10.1.3.3. Ampliação das redes de água e esgoto, visando atender à demanda futura, considerando o incremento populacional provocado pela implantação do SVO/Ponte Salvador-Ilha.	MÉDIO PRAZO	• Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara.	Construção de uma barragem no rio Jaguaripe e adutoras para complementação do SIAA Ilha de Itaparica, com vistas ao atendimento da demanda proveniente do SVO.	Em 2020 já foi entregue a nova ETE do SES Vera Cruz e licitada ampliação do SES Itaparica, concentrada as ações nas sedes municipais.

	13.2.1.1. Encaminhamento das diretrizes do PUI no planejamento metropolitano, com prioridade para os setores de saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos e mobilidade.	IMEDIATA (2016-2019)	• Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara • PDDU Vera Cruz e Itaparica	Foram avaliadas as áreas de provável desenvolvimento dos municípios e seus distritos, bem como suas principais demandas. Definição das áreas de desenvolvimento programadas.	
	13.2.1.2. Inclusão do PUI no planejamento metropolitano, introduzindo na pauta de discussões as questões relativas a saneamento, segurança, energia, meio ambiente, habitação e ordenamento territorial.	IMEDIATA (2016-2019)	• Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara • PDDU Vera Cruz e Itaparica	-	

Fonte: Autoria própria.

3.2 Identificação das demandas e avaliação das propostas de mitigação de cenários de escassez com o advento do SVO

Na área a montante da barragem Tapera, o abastecimento humano é o uso preponderante dos recursos da bacia, estando apenas este uso outorgado para os sistemas de abastecimento de água de Itaparica e Vera Cruz e o sistema de Cações, distrito do município de Jaguaripe (Quadro 2).

Quadro 2: Outorgas em vigência - lago da barragem do rio Tapera

Nº Portaria/ Resolução	Data de Publicação	Validade	Manancial	Uso	Vazão Outorgada (m^3/dia)
602/00	20/12/2000	20/12/2030	Rio Tapera	SIAA Itaparica-Vera Cruz	3.768
138/00	21/03/2000	21/03/2030	Rio Tapera	SAA Cações	1.863

Fonte: Inema (2019).

Foi identificado que no ano de 2013, a barragem do rio Tapera, responsável por abastecer uma população de 65 mil pessoas nos municípios de Itaparica, Vera Cruz e distritos do município Jaguaripe, foi impactada por um evento hidrológico crítico de seca, quando foram necessária medidas de contingência como o racionamento de água em decorrência do baixo volume do

reservatório. Na ocasião, o reservatório atingiu seu menor volume desde sua construção em 1982, cerca de 0,8hm³ equivalente a 17% do seu volume total (SNIS, 2016) (A TARDE, 2019).

Como medida de prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de seca, foram instalados em 2016 dispositivos para elevação da cota de soleira vertedor da barragem, os módulos fusegates, ampliando sua capacidade máxima de armazenamento em 39%, de 4,54 hm³ para 6,34 hm³ (NETTO; MORENO, 2017), uma medida estrutural que minimiza os riscos de novo colapso do reservatório. Porém a ausência de estudos hidrológicos e de estudos de projeção de demanda hídrica, frente a iminente construção da ponte Salvador-Itaparica e seu respectivo sistema viário, além da falta de integração entre as políticas de recursos hídricos, saneamento e meio ambiente põem à prova a confiabilidade de atendimento as demandas a partir das medidas adotas em um médio prazo.

Preocupados com a dinâmica populacional esperada com a construção da Ponte Salvador-Itaparica integrante do Sistema Viário do Oeste, o Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara (2015) estabeleceu um cenário de demandas máximas por abastecimento de água considerando a população flutuante nos períodos de veraneio devido ao potencial turístico da região, somados ao acréscimo promovido pela esperada pela migração urbana (Tabela 1).

Neste cenário, a demanda diária do SIAA em m³/dia será de 75.447, 20 vezes o valor outorgado para o SIAA Itaparica-Vera Cruz que é atualmente de 3.768 m³/dia, o que aponta a incapacidade da Barragem Tapera suprir essa demanda. Frente a essa problemática, o Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara (2015) propõe, após avaliação de alternativas, uma opção que contempla a construção de uma barragem no rio Jaguaripe para complementar o Sistema Produtor do SIAA Ilha de Itaparica, num valor de R$ 252.225.398,35.

Tabela 1: Projeção da demanda máxima diária total de água para consumo humano de Vera Cruz e Itaparica no cenário alternativo.

CENÁRIO ALTERNATIVO 2040 – PROJEÇÕES - SVO		
	VERA CRUZ	ITAPARICA
POPULAÇÃO (HAB)	312.907	113.404
DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (L/S)	640,94	232,29

Fonte: BAHIA (2015)

4. Considerações Finais

A integração entre as políticas setoriais é algo buscado pelos tomadores de decisão na história do Brasil, no cerne das Políticas Nacional de Recursos Hídricos e de Saneamento estas interfaces requerem uma atenção especial. Ao trazer como seus objetivos a utilização racional e múltipla dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável, bem como a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos extremos, sejam de origem natural ou sejam decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, a PNRH impõe aos órgãos gestores o desenvolvimento de estratégias para mitigação dos efeitos destes sobre a disponibilidade hídrica. Neste viés, a Política Nacional de Saneamento Básico tem como um dos seus princípios fundamentais a integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Avaliado o cenário de desenvolvimento urbano com a implantação do Sistema Viário do Oeste, pôde-se evidenciar que foram elaborados estudos com profundidade técnica capazes de

nortear os tomadores de decisão no que tange ao uso do solo e ao atendimento das demandas por abastecimento de água na Ilha de Itaparica.

Foi constatada a incapacidade da Barragem Tapera em atender as demandas projetadas para o ano de 2040, deste modo, evidenciado a necessidade de ações estruturais, tais como construção de barragens e adutoras para suprirem a demanda crescente no final de plano. No entanto, visualiza-se a necessidade de uma maior integração da gestão estadual de recursos hídricos e de saneamento, tendo em vista que foi constatado baixo alinhamento entre os prognósticos realizados pelo PRH do Recôncavo Sul e os demais planos que contemplam o crescimento populacional esperado pela implantação do SVO.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, os autores agradecem, também, ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). **Plano Nacional de Segurança Hídrica** / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). **Hidroweb**. Sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>. Acesso em: 28 nov. 2019.

ALMEIDA, MS de; MELCHIORS, Lucia. **A produção do espaço urbano e da habitação social na escala metropolitana:** efeitos do programa Minha Casa, Minha Vida na região metropolitana de Porto Alegre/RS. 2017.

A TARDE, Jornal. **Itaparica terá racionamento de água a partir do dia 16**. Abril, 2016. Disponível em: <https://atarde.uol.com.br/a/noticias/1496559-itaparica-tera-racionamento-de-agua-a-partir-do-dia-16>. Acesso em: 01 dez. 2019.

BAHIA, SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA. **Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara** – Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Mananciais, Barragens e Captações – Municípios de Vera Cruz e Itaparica. Tomo II. Vol. 2. Cap. 07. Geohidro, Salvador, Bahia, 2015.

BAHIA, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SEMA). **Plano das Bacias Hidrográficas do Recôncavo Sul e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água.** Consórcio Águas da Bahia, Salvador, Bahia, 2019.

BAHIA. **Plano urbano intermunicipal para a Ilha de Itaparica** - PUI. Salvador: Consórcio Demacamp; Instituto Polis; Oficina Consultores Associados, 2013.

SANTOS, Júnior de Jesus dos; CARVALHO, Marlison dos Anjos ; ARAÚJO, James Amorim. **O Sistema Viário Oeste (SVO) e as implicações sobre a ocupação e o uso do solo na localidade de Mar Grande, em Vera Cruz (BA).** Bahia Análise & Dados, v. 28, n. 2, p. 224-251, 2019.

GANA, Grupo Ambientalista Nascentes. Acervo fotográfico. Santo Antônio de Jesus, Bahia, 2015.

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos. 2019.

NETTO, R. de M.; MORENO, A. E. B. **Aumento do volume de acumulação em barragens com utilização de fusegate – aplicação na barragem do rio Tapera**. In: CONGRESSO ABES/FENASAN, 2017., 2017, São Paulo. Anais do Congresso ABES/Fenasan. São Paulo: Abes, 2017. p. 1-7. Disponível em: https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2019/08/volume-barragem-utilizacao-fusegate.pdf. Acesso em: 04 nov 2020.

SEDUR (Secretaria de Desenvolvimento Urbano). **Desenvolvimento Urbano dos Municípios da Área de Impacto Direto do Sistema Viário do Oeste.** Consórcio Demacamp; Instituto Polis; Oficina Consultores Associados, 2014.

SNIS – Sistema Nacional de Informações de Saneamento. S**istema Nacional de Informações de Saneamento** (2018). Disponível em: <http://www.snis.gov.br> Acesso em: 21 nov. 2020.

SILVA, Ricardo Toledo; PORTO, Monica Ferreira do Amaral. **Gestão urbana e gestão das águas:** caminhos da integração. **Estudos avançados**, v. 17, n. 47, p. 129-145, 2003. TOMASONI, Marco Antonio;

TOMASONI, S. M. R. P. A dimensão geoambiental da região do Recôncavo Sul–Bahia. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina. São Paulo: Universidade de São Paulo**, p. 15785-15806, 2005.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO RIO BOTAFOGO, PERNAMBUCO

JOÃO CARLOS MORAIS DE ARAÚJO JÚNIOR
CAMILA RIBEIRO DO NASCIMENTO

Resumo
O presente estudo possui como objetivo a avaliação da qualidade da água em uma das principais bacias hidrográficas urbanas do estado de Pernambuco, o rio Botafogo. Através de cinco estações de monitoramento foram mensurados os seguintes parâmetros da qualidade da água: pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e fósforo total. Dentre os resultados obtidos, os pontos de monitoramento BF-11, BF-45 e BF-90 encontram-se com concentrações acima do recomendado pela Resolução do CONAMA n.° 357/2005. Foi observado que a variação sazonal influencia no comportamento dos parâmetros físico-químicos, sendo encontrados as maiores concentrações para o período seco. Através da análise de componentes principais foram identificados grupos com qualidade ambiental distinta, sendo os pontos de monitoramento BF-11 e BF-90 os mais impactados por atividades antrópicas ricas em matéria orgânica ao longo da bacia hidrográfica do rio Botafogo. Dessa maneira, recomenda-se práticas de educação ambiental para a população e industriais locais, bem como atividades de fiscalização pelos órgãos responsáveis pela devida manutenção deste ecossistema.

Palavras-Chave: Impacto Ambiental; Recurso Hídrico; ACP; Monitoramento Sazonal.

Abstract
This study aims to assess water quality in one of the main urban hydrographic basins in the state of Pernambuco, the Botafogo River. The following water quality parameters were measured through five monitoring stations: pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, and total phosphorus. Among the results obtained, the monitoring points BF-11, BF-45 and BF-90 are with concentrations above that recommended by CONAMA Resolution No. 357/2005. It was observed that the seasonal variation influences the behavior of the physical-chemical parameters, being found the highest concentrations for the dry period. Through the analysis of main components, groups with distinct environmental quality were identified, with the monitoring points BF-11 and BF-90 being the most impacted by anthropogenic activities rich in the organic matter along the hydrographic basin of the Botafogo River. Thus, environmental education practices are recommended for the local population and industrialists, as well as inspection activities by the bodies responsible for the proper maintenance of this ecosystem.

Keywords: Environmental Impact; Water Resource; PCA; Seasonal Monitoring.

1. Introdução

Os corpos hídricos circunjacentes de áreas urbanas são constantemente impactados pelas atividades antrópicas exercidas ao longo da bacia hidrográfica. À vista disso, atividades relacionadas ao lançamento de esgoto sanitário pelas indústrias e pessoas, descarte inadequado de resíduos sólidos contribuem de forma ativa e passiva no processo de contaminação, poluição e degradação ambiental (ARAÚJO JÚNIOR, 2020a).

Diante desta situação, torna-se indispensável a caracterização e monitoramento da qualidade da água através de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Desta maneira, pode-se inferir cada modificação presente em uma bacia hidrográfica através dos parâmetros indicadores da qualidade da água, originados por causas naturais ou produzido pelas atividades antrópicas (DONALDIO; GALBIATTI; PAULA, 2005),

A compreensão dos processos existentes no ecossistema é essencial para realizar atividades que visem a preservação do meio ambiente quando alterações são encontradas. Deste modo, isto é factível quando se possui informações obtidas através das observações encontradas no monitoramento ambiental (BRAGA, PORTO; TUCCI, 2006).

A bacia hidrográfica rio Botafogo possui grande importância econômica para o estado de Pernambuco, devido ao seu estuário e por sua beleza natural. Contudo, esta região vem sendo impactada desde meados da década de 80, através do rápido e desordenado crescimento populacional, ocupação indevida do solo e indústrias de biocidas, fertilizantes e de produção de cloro e soda (SANT'ANNA JÚNIOR *et al*., 2000).

Desta maneira, o presente estudo objetivou analisar a qualidade da água através de análises físico-químicas de um dos principais mananciais superficiais de Pernambuco, a bacia hidrográfica do rio Botafogo.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudos

A bacia hidrográfica do rio Botafogo está localizada na parte norte da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, entre as coordenadas 7°41'45" e 7°55'14" S, e -34°52'40" e -35°09'37" O (PERNAMBUCO, 2006). Dispõe de uma área com 280 km^2 e comprimento de 93 km, composto pela afluência de vários cursos d'água situada ao norte e oeste, através da bacia do rio Goiana, ao sul pela bacia hidrográfica do rio Capibaribe e a leste pelo Oceano Atlântico (FERREIRA, 2008). O rio Botafogo está inserido no grupo das pequenas bacias hidrográficas litorâneas do estado de Pernambuco (GL-1) (Figura 1) (CPRH, 2018).

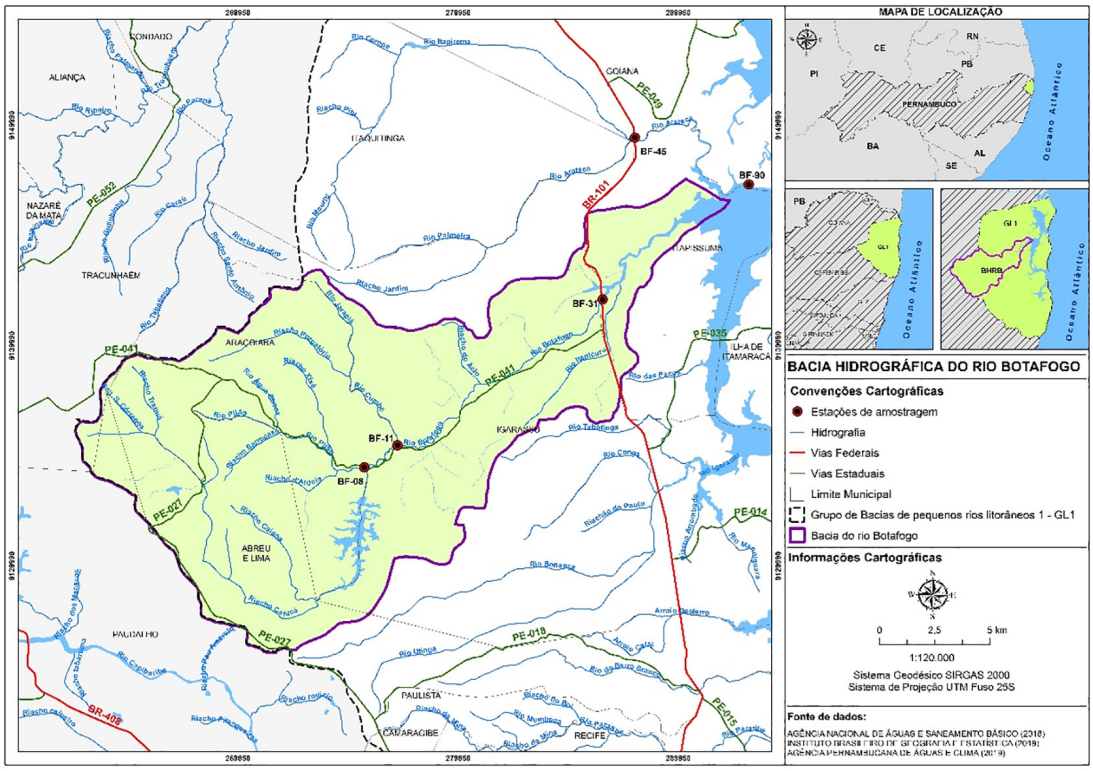


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Botafogo, principais rios e distribuição das estações de monitoramento.

Fonte: Autoria própria.

O clima da região é caracterizado pelo tipo quente e úmido, identificado como As', com o período seco nos meses de setembro a fevereiro e período chuvoso nos meses de março a agosto (DANTAS *et al*., 2010).

A bacia hidrográfica do rio Botafogo está inserida no domínio dos mares de morros, representado como regiões mamelonares tropicais atlânticas florestadas, desenvolvidas em terrenos cristalinos (AB'SABER, 1970). Quanto aos aspectos da geologia a região é caracterizada por rochas do embasamento cristalino, caracterizados pelos litotipos dos Complexos Gnáissico-Migmatítico e Vertentes, recobertos por sedimentos meso-cenozóicos, e outras unidades de sedimentos não consolidados (CPRM, 2003).

As atividades exercidas na região são compreendidas pela maricultura, abastecimento, irrigação e principalmente, plantação da cana-de-açúcar, recebimento de efluentes agroindustriais e domésticos (CPRH, 2018).

2.2 Levantamento de dados

Os dados sobre a qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Botafogo foram obtidos dos relatórios de monitoramento de bacias hidrográficas no estado de Pernambuco. O monitoramento desta bacia hidrográfica foi realizado com frequência bimestral, pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) e as análises seguiram a metodologia proposta pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, *23 th ed.* (CPRH, 2018; APHA, 2017). Este estudo faz uma abordagem dos dados públicos, que ao decorrer do tempo, muitas vezes não se tem utilizado todo o seu potencial. Desta maneira, a interpretação dos dados disponíveis pela CPRH colabora com o melhor entendimento da qualidade ambiental dos corpos hídricos ao longo dos anos

(COSTA; COSTA; BARLETTA, 2019).

Nesta pesquisa foram avaliados os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos: pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total. Posteriormente, os resultados obtidos foram comparados com a Resolução do CONAMA n.° 357/2005, modificada pela Resolução n.° 410/2009 e pela n.° 430/2011. Para enquadramento de águas de classe 2. Esta resolução possui diretrizes e classifica os corpos d'água, condicionando a determinação da qualidade da água. De acordo com o artigo 42º da resolução 357, todas as águas doces serão consideradas classe 2, enquanto as salinas e salobras de classe 1, até serem aprovados os seus respectivos enquadramentos (BRASIL, 2005).

O monitoramento da qualidade da água foi realizado em cinco estações ao longo da bacia hidrográfica do rio Botafogo no período de junho a setembro de 2019. A tabela 1 exibe a descrição das estações de monitoramento utilizadas para o presente estudo.

Tabela 1: Estações de monitoramento na bacia hidrográfica do rio Botafogo.

Estação de monitoramento	Corpo d'água	Latitude (S)	Longitude (O)
BF-08	rio Pilão	7°49'30.91"	35° 2'4.45"
BF-11	rio Cumbe	7°49'0.62"	35° 1'3.34"
BF-31	rio Botafogo	7°45'39.91"	34°56'15.95"
BF-45	rio Arataca	7°41'15.19"	34°55'1.43"
BF-90	rio Botafogo	7°42'34.75"	34°52'30.36"

Fonte: CPRH (2018).

2.3 Análise estatística e tratamento dos dados

A análise estatística descritiva, a fim de explorar, descrever e interpretar o conjunto de dados quantitativos (MURTEIRA, 1993), foi utilizada aos resultados dos períodos chuvoso e seco na região da bacia hidrográfica do rio Botafogo, onde foram obtidos os seguintes valores: mínimo, máximo, média, mediana e desvio padrão referentes aos parâmetros utilizados nesta pesquisa.

Posteriormente foram elaborados os gráficos de barras referentes aos períodos chuvoso e seco para cada variável. A análise de componentes principais (ACP), inicialmente desenvolvida por Pearson (1901), foi utilizada para auxiliar na interpretação sobre a qualidade da água. Estudos recentes têm empregado técnicas de estatísticas multivariadas a matriz de monitoramento da qualidade da água, pois estas têm mostrado eficácia na classificação das águas dos rios, na determinação de variações espaciais causadas por fatores naturais e antrópicos, nas variações sazonais e no desenvolvimento de estratégias apropriadas para uma gestão eficaz dos recursos hídricos (ARAÚJO JÚNIOR, 2020b; PINTO; CALAZANS; OLIVEIRA, 2019). Os gráficos e a ACP foram realizados através do *software R* (R CORE TEAM, 2020).

3. Resultados e Discussão

Os resultados sintetizados das variáveis avaliadas ao longo da bacia hidrográfica do rio Botafogo, para 2019, são apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Estatística descritiva das variáveis físico-químicos ao longo da bacia hidrográfica do rio Botafogo. Min.: mínimo; Max.: máximo; D.P.: Desvio Padrão; n: número de amostras.

	Período Chuvoso						Período Seco				
Parâmetros	n	Min	Max	Média	Mediana	D.P.	Min	Max	Média	Mediana	D.P.
pH	5	6,6	7,9	7,2	7,3	0,5	6,4	7,6	7,1	7,1	0,6
OD	5	3,9	7,5	6,0	6,6	1,4	4,3	6,9	5,6	5,7	1,1
DBO	5	1,2	7,5	3,1	1,7	2,7	1,2	34,4	9,0	2,9	14,3
Fósforo Total	5	0,04	0,06	0,1	0,06	0,0	0,05	0,15	0,1	0,07	0,0
Pluviometria	5	305	323	312,2	305	9,9	63	70	67,2	70	3,8

Fonte: Elaborado pelos autores com os dados fornecidos pela CPRH (2018).

3.1 Análise dos parâmetros físico-químicos

O pH é um dos parâmetros frequentemente utilizados para avaliar a qualidade da água, pois todas as fases que envolvem o tratamento de água para abastecimento e o tratamento de águas residuais são dependentes do pH (EZZAT; MAHDY; ABOSTATE, 2012).

Os valores de pH oscilaram entre 6,6 e 7,9 no período chuvoso e 6,4 e 7,6 no período seco, estando todas as estações de monitoramento dentro dos valores permitidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005, cujo limite situa-se entre 6 e 9 (Figura 2).

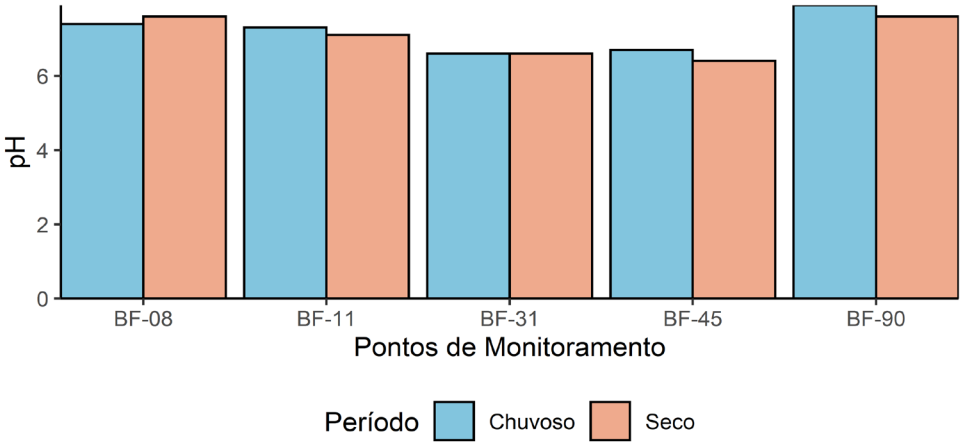


Figura 2: Variação sazonal do pH na bacia hidrográfica do rio Botafogo.
Fonte: Autoria própria.

O oxigênio dissolvido (OD) fornece informações sobre a qualidade e a capacidade de autodepuração da água, sendo influenciado por processos naturais ou antrópicos, além de ser essencial para a sobrevivência dos organismos aquáticos e ser um indicador de poluição e/ou eutrofização em rios (DAI *et al*., 2020).

Os valores de OD variaram de 3,9 $mg.L^{-1}$ a 7,5 $mg.L^{-1}$ no período chuvoso e de 4,3 $mg.L^{-1}$ a 6,9 $mg.L^{-1}$ no período seco. A legislação brasileira sugere que o oxigênio dissolvido seja superior ou igual a 5 $mg.L^{-1}$ para águas doces de classe 2 (Figura 3). Desta maneira, os pontos de monitoramento BF-45 (períodos chuvoso e seco) e BF-90 (período seco) encontram-se fora do limite estabelecido

e sugerem locais com elevada carga orgânica proveniente de efluentes domésticos e industriais da região (COSTA *et al*., 2018).

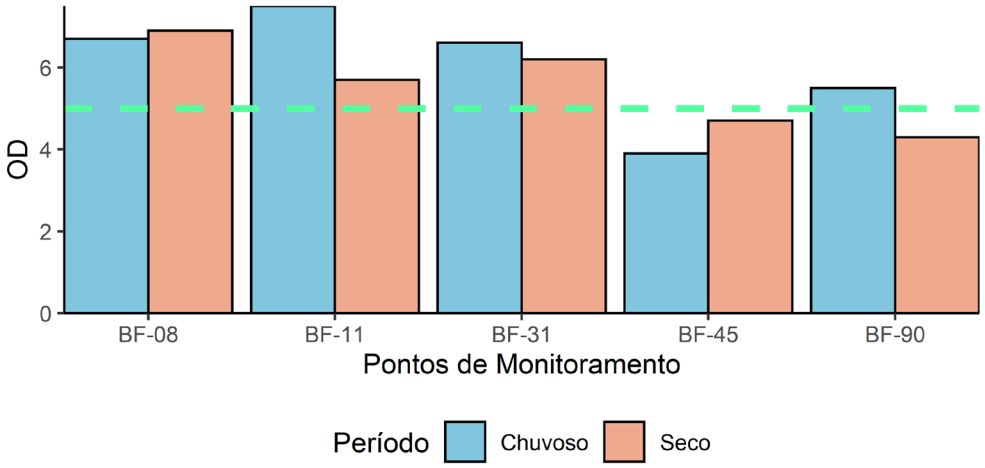


Figura 3: Variação sazonal do oxigênio dissolvido na bacia hidrográfica do rio Botafogo.
Fonte: Autoria própria.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) indica a quantidade de oxigênio necessário por organismos biológicos aeróbios para a oxidação de substâncias orgânicas na água. A elevação do DBO afeta diretamente a quantidade de OD disponível no corpo hídrico e pode ocasionar o empobrecimento do oxigênio dissolvido na água, provocando a morte da biota aquática (BHATERIA; JAIN, 2016).

Os valores de DBO oscilaram entre 1,2 mg.L^{-1} a 7,5 mg.L^{-1} para o período chuvoso, enquanto para o período seco são encontrados valores entre 1,2 mg.L^{-1} a 3,44 mg.L^{-1} (Figura 4). A Resolução do CONAMA n.º 357/2005 sugere limite máximo de 5 mg.L^{-1} para águas doces de classe 2. Dessa maneira, apenas o ponto de monitoramento BF-11 (períodos chuvoso e seco) possuem concentração de DBO acima do recomendado pela legislação brasileira. Esse comportamento pode estar relacionado com o lançamento de efluentes ricos em matéria orgânica e que causam o aumento do desenvolvimento das bactérias anaeróbias de modo a estabilizar a matéria orgânica, consequentemente aumentando os níveis de DBO (BRASIL, 2006).

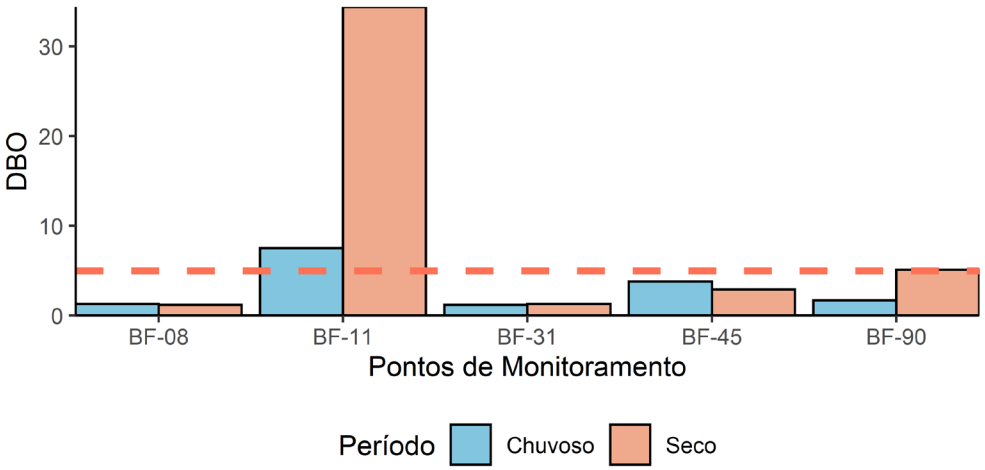


Figura 4: Variação sazonal da demanda bioquímica de oxigênio na bacia hidrográfica do rio Botafogo.
Fonte: Autoria própria.

O fósforo total é um dos principais indicadores da presença de nutrientes no ecossistema aquático. Em altas concentrações, pode indicar a diminuição do oxigênio dissolvido e a elevação da biomassa algal em razão do processo de eutrofização nos corpos hídricos (VON SPERLING, 2005).

As concentrações de fósforo total variaram de 0,04 $mg.L^{-1}$ a 0,06 $mg.L^{-1}$ para o período chuvoso e de 0,05 $mg.L^{-1}$ a 0,15 $mg.L^{-1}$ ao longo do período seco (Figura 5). A Resolução do CONAMA n.º 357/2005 sugere limite para águas doces de classe 2, que devem possuir concentração máxima de 0,1 $mg.L^{-1}$. Desta forma, os pontos de monitoramento BF-11 e BF-90, ambas no período seco, encontram-se acima do valor sugerido. De acordo com Chapman e Kimstach (1996) o fósforo é um nutriente importante para o desenvolvimento de plantas aquáticas e algas, além que altas concentrações de fósforo tendem a elevar o estado trófico do corpo hídrico. Além disso, altas concentrações de fósforo são associadas ao uso de fertilizantes pela agricultura e o despejo irregular de esgoto diretamente no corpo d'água.

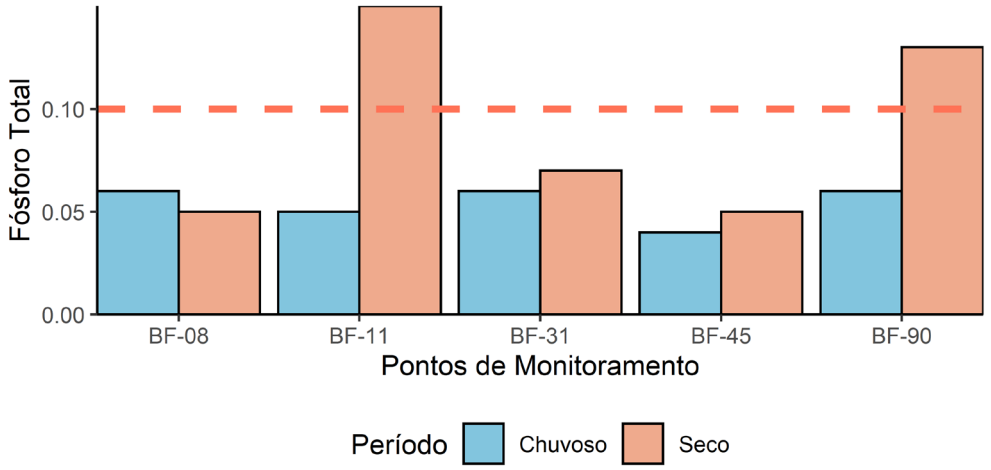


Figura 5: Variação sazonal do fósforo total na bacia hidrográfica do rio Botafogo.
Fonte: Autoria própria.

3.2 Análise de Componentes Principais (ACP)

A análise dos componentes principais dos parâmetros avaliados, indicou que CP1 é responsável por 43% da variância total dos dados, enquanto CP2 explica 25% dos dados (Figura 6).

Através da ACP foi possível verificar a influência de cada parâmetro analisado sobre a qualidade dos rios presentes na bacia hidrográfica do rio Botafogo. Dessa maneira, percebe-se que a primeira componente (CP1), eixo positivo, está associada a variáveis indicativas de carga orgânicas, que sugerem elevados nutrientes na coluna d'água. Dessa maneira, os pontos de monitoramento BF-11 e BF-90 (para o período seco) são os locais mais impactados pelas atividades antrópicas. Enquanto o eixo negativo de CP1 e eixo positivo de CP2 encontram-se os parâmetros pH, OD e pluviometria, indicando as regiões com melhor qualidade ambiental. No que lhe concerne, os pontos de monitoramento encontrados no eixo negativo de CP2 sugerem regiões com uma qualidade ambiental intermediária.

Por meio da ACP também foi possível verificar que a sazonalidade influencia na qualidade da água, por meio do aumento da diluição e transporte do material liberado na bacia hidrográfica do rio Botafogo.

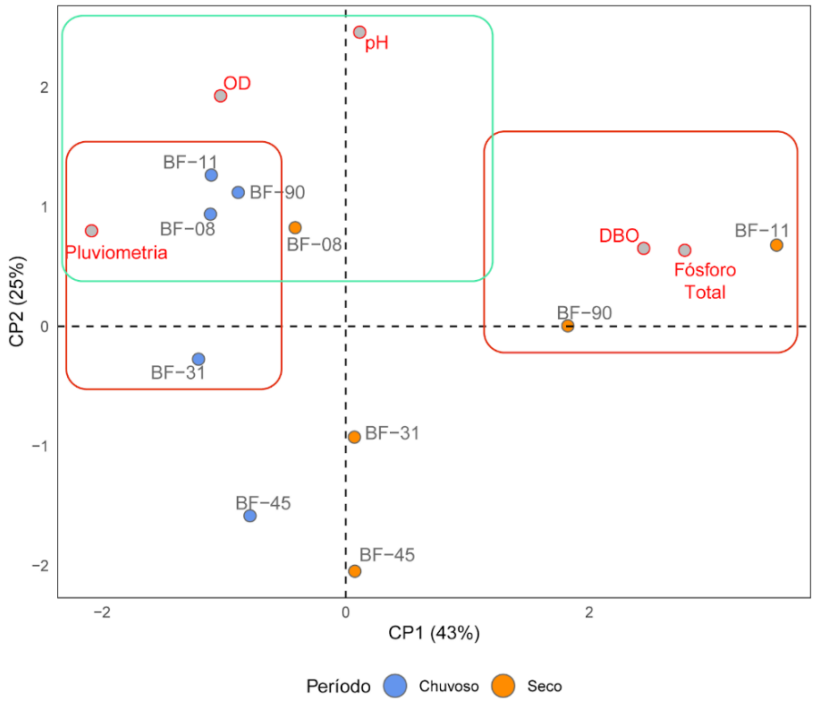


Figura 6: Distinção da qualidade da água através da análise de componentes principais.

Fonte: Autoria própria.

4. Considerações Finais

A análise dos parâmetros físico-químicos analisados da água ao longo da bacia hidrográfica do rio Botafogo tornou possível a identificação de regiões impactadas pelas atividades antrópicas.

A sazonalidade influencia no comportamento dos parâmetros analisados, sendo encontrado uma melhor qualidade ambiental neste ecossistema ao longo do período chuvoso, tal comportamento está associado com o aumento da diluição da carga poluidora e o seu transporte ao longo da bacia hidrográfica do rio Botafogo.

Através da análise de componentes principais foi possível a distinção de grupos com a qualidade da água diferentes, e assim, sugerindo que as estações de monitoramento BF-11 e BF-90 são as mais impactadas ao longo da bacia hidrográfica do rio Botafogo, relacionados por efluentes ricos em matéria orgânica, fato corroborado pela presença dos parâmetros DBO e fósforo total.

Os resultados obtidos revelam a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água do rio Botafogo, de modo a investigar prováveis alterações na água devido às atividades antrópicas exercidas ao longo desta bacia hidrográfica. Dessa maneira, torna-se necessário a fiscalização pelos órgãos ambientais do estado de Pernambuco e a realização da educação ambiental da população e empresas locais para a devida manutenção deste ecossistema.

5. Referências

AB'SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 20, p. 1-26, 1970.

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23. ed. USA: American Water Works Association, 2017.

ARAÚJO JUNIOR, J. C. M**.** Impactos da presença humana no ecossistema do Riacho Doce, litoral

norte do estado de Pernambuco. **Educação Ambiental (Brasil)**, v. 1, n. 2, p. 51-63, 2020a. DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.3969190

ARAÚJO JÚNIOR, J. C. M. Uso da Análise Multivariada como Suporte Estatístico na Avaliação Macroscópica dos Impactos Ambientais em Nascentes na Localidade de Carne de Vaca, Pernambuco. **Revista Geonorte**, v. 11, n. 38, p. 110-124, 2020b. https://doi.org/10.21170/geonorte.2020.V.11.N.38.110.124

BAGLEY, S. T.; SEIDLER, R. J. Significance of faecal coliform-positive Klebsiella. **Applied Microbiology**, v. 33, n. 5, p. 1141-1148, 1977.

BHATERIA, R.; JAIN, D. Water quality assessment of lake water: a review. **Sustainable Water Resources Management**, v. 2, n. 2, p. 161–173, 2016. https://doi.org/10.1007/s40899-015-0014-7

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: Rebouças, A. C.; Braga, B. & Tundisi, J. G. (org.), **Águas Doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 145 – 160.

BRASIL. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, [2005]. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 15 jan. 2021.

BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 03 jan. 2021.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of Water Quality Variable. W of Biota, Sediments and Water Quality Assessments: A Guide to of the Use of Biota. *In*: **Sediments and Water in Environment Monitoring**. 2. ed., Chapman Edition, E & FN Spon, London, 59-126. 1996.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Sul de Pernambuco**. Pernambuco, PE: CPRH, 2003. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/2diagnostico_ambiental.pdf. Acesso em: 19 jan. 2020.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE. **Relatório bacias hidrográficas**. Pernambuco, PE: CPRH, 2018. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/Controle_Ambiental/monitoramento/qualidade_da_agua/bacias_hidrograficas/relatorio_bacias_hidrograficas/41786%3B63044%3B4803010202%3B0%3B0.asp. Acesso em 26 jan. 2021.

COSTA, C. R.; COSTA, M. F.; BARLETTA, M. Análise integrada da qualidade da água na bacia e no complexo estuarino do Rio Goiana, Pernambuco, Brasil. **Revista Costas**, v. 1, n. 1, p. 133-146, 2019. http://dx.doi.org/10.26359/costas.0107

COSTA, C. R.; FERREIRA, M. F.; DANTAS, D. V.; BARLETTA, M. Interannual and seasonal variations in estuarine water quality. **Front. Mar. Sci.**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2018. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00301

DAI, D.; XU, X.; SUN, M.; HAO, C.; LV, X.; LEI, K. Decrease of both river flow and quality aggravates water crisis in North China: a typical example of the upper Yongding River watershed. **Environ Monit Assess,** v. 192, n. 421, p. 1-13, 2020. https://doi.org/10.1007/s10661-020-08371-6

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da Água de nascentes com diferentes

usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 115-125, 2005.

EZZAT, S. M.; MAHDY, H. M.; ABO-STATE, M. A. Water Quality Assessment of River Nile at Rosetta Branch: Impact of Drains Discharge. **Middle-East Journal of Scientific Research,** v. 12, n. 4, p. 413-423, 2012.

FERREIRA, Rogério Valença. **Mapeamento Geomorfológico de processos erosivos da bacia hidrográfica do rio Botafogo-PE utilizando técnicas de geoprocessamento**. 2008. Tese (Doutorado em Geociências) - Centro de Tecnologias e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco: UFPE. 2008.

MURTEIRA, B. **Análise exploratória de dados:** estatística descritiva. Lisboa: McGraw-Hill, 1993.

PERNAMBUCO. **Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2006. Disponível em: https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=162578&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22PERNAMBUCO.%20Secretaria%20de%20Ci%C3%AAncia,%20Tecnologia%20e%20Meio%20Ambiente.%22&qFacets=autoria:%22PERNAMBUCO.%20Secretaria%20de%20Ci%C3%AAncia,%20Tecnologia%20e%20Meio%20Ambiente.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1. Acesso em 30 jan. 2021.

PEARSON, K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. **Philosophical Magazine**, v. 2, n. 11, p. 559-572, 1901.

PINTO, C. C.; CALAZANS, G. M.; OLIVEIRA, S. C. Assessment of spatial variations in the surface water quality of the Velhas River Basin, Brazil, using multivariate statistical analysis and nonparametric statistics. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, p. 1–13, 2019. Disponível: https://doi.org/10.1007/s10661-019-7281-y.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020.

SANT'ANNA JÚNIOR, N.; COSTA, M.; AKAGI, H. Níveis de mercúrio total e metilmercúrio no cabelo de uma população costeira e peixes do nordeste do Brasil. *In*: Espíndola, E. L. G. et al. (ed.), **Ecotoxicologia - Perspectivas para o século XXI**. Rima. São Carlos, 2000. p. 1-5.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 452p.

SPERLING, Marcos Von. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 211p.

Bacias Hidrográficas e saneamento básico em Manaus: proposta para caracterização socioambiental

Kamila Cunha de Albuquerque
Adoréa Rebello Albuquerque

Resumo
Realizar uma análise de caráter socioambiental na cidade de Manaus, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento territorial urbano, constitui o principal objetivo deste projeto de pesquisa. Neste contexto, pretende-se identificar as condições de saneamento básico desta cidade, como reflexo de impacto social e ambiental, sobre a bacia hidrográfica e os recursos hídricos locais. Dessa forma, por meio de levantamentos de campo, obtenção e extração de dados em bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Trata Brasil e outras, pretende-se estabelecer comparações entre as bacias, que compreendem o perímetro da cidade, por meio da sistematização e interpretação cartográfica de dados e informações. Ademais, propõe-se uma contribuição às políticas e estratégias de planejamento territorial urbano desta cidade.

Palavras-Chave: Urbano; Hidrica; Saneamento; Planejamento.

Abstract
Realizar un análisis socioambiental de la ciudad de Manaus, considerando la cuenca hidrográfica como una unidad de planificación territorial urbana, constituyendo el objetivo principal de este proyecto de investigación. En este contexto, se pretende identificar las condiciones privilegiadas del saneamiento básico, como reflejo de los impactos socioambientales, sobre la cuenca hidrográfica y los recursos hídricos locales. Así, a través de levantamientos de campo, obtención y extracción de datos basados en el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, Trat Brasil y otros, se pretende establecer comparaciones entre las bases, que comprenden el perímetro de la ciudad, mediante sistematización e interpretación cartográfica de datos e información. Además, se pretende contribuir a las políticas y estrategias destacadas de ordenación del territorio urbano.

Keywords: Urbano; Fluviale; Saneamiento; Planificiación.

1. Introdução

A cidade de Manaus, localizada na Amazônia Central, representa atualmente uma metrópole em expansão em meio à biodiversidade da maior floresta Tropical do planeta Terra. A abundância e a alta densidade hídrica da região, são elementos que refletem a natureza presente e viva, mediante ao caos que se constrói frente à elevada demanda de serviços e infraestrutura urbana gerada nesta metrópole. A superfície de Manaus é recortada por cerca de mil (1.000) igarapés[1] que compõem um conjunto hidrográfico formado grandes bacias urbanas como o Mindu e o Quarenta — que se encontram em alto estágio de contaminação — no entanto, ainda é possível encontrar nascentes em estado de preservação. Além dessas bacias, os igarapés Puraquequara e Tarumã-Açu delimitam os setores Leste e Oeste da cidade, e são consideradas bacias hidrográficas em relativo estado de conservação, por conta dos parâmetros legais[2], tornando a balneabilidade possível. Neste sentido, o presente trabalho aborda a cidade de Manaus como referência e objeto de estudo, propondo a realização de um trabalho socioambiental que considere a bacia hidrográfica como unidade do planejamento territorial, por agregar diversos elementos de análise seja de parâmetro social ou ambiental. É importante reconhecer que a cidade de Manaus passou por um aumento populacional significativo nos últimos dez anos. Conforme aborda o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Manaus (PDDU, 2011) citado pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2019) a população passou de 1.405.835, em 2000, para 1.802.525, em 2010 caracterizando um crescimento de aproximadamente 22%. Em adendo, considerando-se que todas as bacias hidrográficas de Manaus concentram ocupações irregulares em níveis distintos, este estudo justifica-se pelo fato de que o Estado não se coloca no devido papel de dar apoio e subsidio aos cidadãos às demandas, principalmente àquelas associadas à moradia. Além disso, denota-se a ausência de um plano político que vise à construção de um espaço urbano funcional e dinâmico, que não interfira no meio ambiente, propondo bem-estar social. Mediante esse crescimento, o estado tende a enfrentar dificuldades em lidar de forma coerente com este fenômeno da expansão urbana acelerada. A Política Nacional de Recursos Hídricos — Lei 9.433 de 9 de outubro de 1997 instituiu legalmente a bacia hidrográfica como unidade de planejamento territorial a fim de auxiliar a gestão hídrica. Neste sentido, cabe mencionar que a ação de planejar depende diretamente da ação de pesquisa e análise dos variados aspectos do meio ambiente e das formas de uso e ocupação que a sociedade estabelece ao longo do tempo (CARVALHO, 2014, p. 29). Em acordo com esta visão, e considerando a bacia hidrográfica, Albuquerque (2012) define três parâmetros de uso e aplicação desta unidade:

> 1. A delimitação da área e reconhecimento do ambiente físico da bacia como visão estratégica do planejamento; 2. A bacia como célula de análise integrada, que permite a conexão entre a organização espacial dos grupos sociais e os aspectos do ambiente físico; 3. A aplicabilidade de legislação específica, para esta unidade hidrográfica quanto à gestão e gerenciamento.

Para além análise de bacias, a proposta estabelecida neste projeto, concebe o saneamento básico como um serviço de fundamental importância, merecendo ser valorizado e desenvolvido integralmente no Plano Diretor, sendo imprescindível à qualidade de vida e do meio ambiente. Destaca-se também que a falta de estações de tratamento deste serviço, reflete-se diretamente

1. Nomenclatura regional amazônica para definir curso d'água.

2. Essas bacias hidrográficas apresentam seus perímetros hidrográficos Áreas de Preservação Ambiental legalizadas por órgãos de fiscalização estadual, sendo assim, encontram-se com boa qualidade ambiental.

na má qualidade do recurso hídrico. Em pesquisas e diálogos entre autores, o tema saneamento básico é essencialmente ligado à saúde e, de acordo com o Organização Mundial da Saúde (OMS), o saneamento básico define-se como o controle de todos os fatores do meio físico, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. Dando ênfase à necessidade impar deste serviço, podemos abordar as precárias condições brasileiras em que a cobertura desse serviço ainda se torna ineficiente aos brasileiros.

2. Problematização

No Brasil, o sistema de saneamento foi sancionado pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Em atualização, a nova Lei 11.445/2020 propõe a universalização dos serviços até 31/12/2033, e preconiza que a concessão de tais serviços seja feita através de licitações de empresas privadas o que se contradiz quando o objetivo é a universalização do serviço. De acordo com o Instituto Trata Brasil e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2018), são quase 35 milhões de brasileiros sem acesso a este serviço básico. A região Norte concentra uma das piores estáticas deste serviço. A respeito do acesso a água potável, 57,05% da população é abastecida com água tratada, sendo o menor índice do país. Em relação ao esgoto apenas 10,49% da população têm acesso aos esgotos e 21,70% obtém tratamento do mesmo (SNIS 2018). Dentre as principais causas da contaminação dos rios, podemos citar a essencial falta de um plano de tratamento de efluentes. A estratégia do governo em tentar minimizar a expansão desordenada da cidade, determinou-se por meio da construção de conjuntos habitacionais, desconsiderando-se os trechos de rio ali presentes. O escoamento superficial da cidade direciona-se essencialmente aos rios urbanos carreando grande quantidade de resíduos sólidos flutuantes como garrafas pet, que respondem por cerca de 70% deste material. A análise desses dados torna-se praticamente incontestável quando se tem em conta a disponibilidade hídrica do Norte do Brasil, e que ao mesmo tempo gera falta de qualidade hídrica, social e ambiental como um todo. Conforme determina o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH (2019) o maior problema que afeta a qualidade dos recursos hídricos no Estado do Amazonas, consiste na poluição, diante das condições precárias ou inexistentes de saneamento básico. As condições precárias que se colocam através dos dados, tornam evidente a ausência de infraestrutura e a falta de compromisso público com a população e o ambiente. Para o Ministério da Saúde (2015), o crescimento populacional associado à baixa capacidade de criação de infraestrutura socioambiental pode ser um fator de risco à saúde, pois a concentração de pessoas em áreas com infraestrutura ineficiente leva à exposição ao ambiente insalubre (disposição inadequada dos resíduos sólidos, abastecimento de água sem tratamento, esgotamento sanitário deficitário ou inexistente, entre outros). Neste contexto, a população procura usar métodos alternativos para a obtenção de água e descarte de esgoto — são exemplos os poços e as fossas rudimentares —respectivamente. Nem sempre os poços estão de acordo com a legislação, muito menos passaram por fiscalização, sendo assim, obtém-se água de qualidade duvidosa. Já a fossa rudimentar também denominada "fossa negra" capta todo os dejetos, concentrando-os em uma grande vala escavada no solo. O conteúdo dessas fossas não recebe tratamento algum e, pode infiltrar-se facilmente pelas camadas do solo, interferindo diretamente na qualidade do lençol freático. Embora 98% das moradias da cidade de Manaus estejam conectadas à rede de abastecimento de água, uma significativa parcela da população utiliza poços individuais, por não ser atendida pela rede geral de distribuição de água ou pelas deficiências deste sistema (COSTA et. al, 2004).

COSTA et al, (2004) ainda afirmam que:

> O aproveitamento mais comum de água subterrânea na cidade de Manaus é através de poços tubulares a maioria com profundidade que varia entre 5 a 40, o que corresponde a 61,0 %. Estes poços rasos são os mais comuns na cidade de Manaus para o abastecimento doméstico. Por estarem na área superficial do lençol freático estão mais sujeitas as influências de ações antrópicas como o esgoto e materiais tóxicos que entram em contato com o solo. Já os poços com profundidade maior que 40 metros são encontrados principalmente nos condomínios, escolas, posto de lavagem, poços comunitários e empresas particulares. Nesses poços o risco de contaminação é menor, embora em alguns poços profundos tenham sido detectados águas impróprias para consumo.

Autores como Soares *et.al* (2002) e Heller (1997) abordam a relação entre o saneamento básico e a saúde pública, destacando a importância do planejamento governamental na tratativa de promover a saúde e os indicadores sanitários, mostrando que, para o grau de desenvolvimento econômico e cobertura por serviços de saneamento no Brasil, um melhor desempenho dos indicadores de saúde seria esperado. Para o IBGE (2011) examinar os serviços de saneamento na perspectiva da bacia hidrográfica compreende uma importante vertente de análise sobre essa questão, uma vez que grande parte da gestão do território brasileiro na contemporaneidade, aí incluída a regulação do uso da água, deve obedecer à delimitação das bacias hidrográficas. Ponderando sobre a bacia hidrográfica na perspectiva do saneamento as informações do IBGE destacam:

> [...] com suas especificidades geológicas, pedológicas, geomorfológicas e biológicas atuando na captação, infiltração e escoamento da água, permite a análise da parte terrestre do ciclo hidrológico. A associação dessas características naturais às atividades humanas determina a quantidade, a qualidade e o tempo de água drenada escoando ao longo dos rios e estabelece a bacia como um recorte geográfico com base nos processos sistêmicos, que são fundamentais para implementação do planejamento e manejo dos recursos hídricos em bases sustentáveis (IBGE, 2011).

A propósito da situação de impactos ambientais nas bacias hidrográficas, a figura 1 apresentada a seguir, demonstra o período da vazante dos rios amazônicos, entre agosto e dezembro, quando os resíduos se tornam evidentes no leito dos canais fluviais. Na imagem é possível identificar o cenário de degradação ambiental deflagrada às margens dos igarapés. Este trecho representa a foz da bacia hidrográfica do Igarapé do Educandos/Quarenta, localizada na Zona Sul de Manaus. Assim como todas bacias de Manaus, esta bacia drena suas aguas diretamente para o Rio Negro, rio que banha a cidade de Manaus, na margem esquerda. Na fase correspondente ao período de vazante é possível observar de forma mais evidente a grande quantidade de resíduos sólidos que se depositam nas margens dos rios urbanos. A problemática hídrica urbana está associada a uma série de vários problemas, destacando-se: a acentuada carência de moradia, o comprometimento das áreas de preservação ambiental, a deficiência de infraestrutura e de equipamentos sociais, a falta de emprego e carência dos setores de saúde e de educação (SOUZA, 2002).



Figura 1. Barra sedimentar de resíduos sólidos, configurando-se como um "meandro antropogênico". Exutório da bacia Educados/Quarenta em deságue na margem esquerda do Rio Negro.

3. Considerações finais

Sendo assim, este estudo justifica-se também pela necessidade de buscar mais informações a respeito das bacias hidrográficas, considerando-se a precariedade do sistema de saneamento básico como um dos principais vetores do desequilíbrio ambiental. Ademais propõe-se uma discussão a respeito da temática com embasamento técnico e teórico de modo conjunto com a percepção popular. De modo concomitante, a obtenção de dados e resultados pertinentes, se faz necessário a revisão da legislação específica, que não contempla diretamente os recursos naturais da cidade. De fato, a gestão de recursos hídricos no Amazonas precisa ser repensada em uma estrutura, que contemple a paisagem das águas na Amazônia. Isso se aplica não apenas a entes ou instrumentos específicos, mas também a ideia que se tem do que é gerenciar e coordenar as águas amazônicas, remetendo-se toda a estrutura cultural e social desta região, à necessidade de manter a qualidade dessas águas como patrimônio e uso futuro para todo o território nacional. Mediante esta problemática, torna-se indispensável pensar em uma gestão ambiental integrada, onde o estado estabeleça o diálogo com a sociedade e estruture suas propostas conforme a realidade urbana de Manaus, passando a considerar os elementos naturais como elementos essenciais no planejamento do espaço.

4. Referencias

_____. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

ALBUQUERQUE, A. R. C. **Bacia Hidrográfica:** Unidade de Planejamento Ambiental. Revista Gente, v. 4, p. 201--209, 2012.

Alfaia, Marcos Carneiro. **A impressão da paisagem pelo uso e ocupação da terra no entorno da Vila de Novo Remanso em Itacoatiara**/AM /Dissertação de Mestrado – UFAM.2019.

CARVALHO, R. G. **As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento no Brasil**. Caderno Prudentino de Geografia. Presidente Prudente, volume especial, p. 36-43, 2014.

COSTA, A.M.R ;WAICHMAN, A.V;SANTOS, E. E. A. . **Uso E Qualidade Da Água Subterrânea Na Cidade De Manaus.** XIII Congresso Brasileiro De Águas Subterrânea, 2004.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

Gil, Antônio Carlos, 1946 - **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, R.L. **Tipos de pesquisa**. Licenciatura em Ciências Biológicas. Disciplina de Pesquisa do Ensino de Ciências e Biologia, São Paulo, 2008.

HELLER, L. **Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento**. Ciência e Saúde Coletiva (Impresso) , Rio de Janeiro, v. 3, n.2, p. 73-84, 1998.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico** 2008 e Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro.

SOARES, S. R. A. ; BERNARDES, R. S. ; CORDEIRO NETTO, O. M. . **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente:** elementos para a formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cadernos de Saúde Pública (FIOCRUZ) , Rio de Janeiro-RJ, v. 18, n.6, p. 1713-1724, 2002.

SOUZA, M. S.. **Meio Ambiente Urbano e Saneamento Básico**. Mercator, Fortaleza, v. 1, n.1, p. 41-52, 2002.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas**. Relatório Técnico RT 03 - DIAGNÓSTICO, PROGNÓSTICO E CENÁRIOS FUTUROS DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO Tomo II. Disponível em: http://meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/Produto-II-Diagn%C3%B3stico-Progn%C3%B3stico-e-Cen%C3%A1rios-volume-II.pdf

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Análise de indicadores relacionados à água para consumo humano e doenças de veiculação hídrica no Brasil**, ano 2013, utilizando a metodologia da matriz de indicadores da Organização Mundial da Saúde (OMS). Brasília, Secretaria de Vigilância em Saúde, 2015.

Bacias Hidrográficas no Município de Timon, Maranhão: Unidades de Planejamento Ambiental e Territorial

Rafael José Marques
Iracilde Maria de Moura Fé Lima

Resumo
O planejamento territorial de uma bacia hidrográfica com base em suas características ambientais constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos. O objetivo foi o de realizar a identificação das bacias presentes no município de Timon-MA, com um mapeamento das bacias hidrográficas existentes e discutir a relevância de implantação de unidades de planejamento ambiental e territorial das áreas dessas bacias. A metodologia utilizada constou de revisão bibliográfica e elaboração de mapas temáticos com uso de SIG, de uso e código aberto, buscando a delimitação das bacias locais como base para a discussão da gestão do território localizado nessas bacias. Como resultado identificou-se 52 (cinquenta e duas) bacias hidrográficas no município de Timon, sendo que 49 (quarenta e nove) têm seus rios principais afluentes do Rio Parnaíba e 03 (três) do rio Itapecuru, ambos rios regionais que drenam os territórios do Piauí e do Maranhão, respectivamente. Assim, este estudo busca contribuir para a gestão dos recursos hídricos desse território municipal, a partir da geração de mapas e informações socioambientais sobre as bacias hidrográfica presentes, base para o planejamento ambiental e territorial.

Palavra-chave: Recursos hídricos; Mapeamentos; Timon-MA.

Abstract
The territorial planning of a watershed based on its environmental characteristics is the best method to avoid the degradation of its water resources. The objective was to perform the identification of the watersheds present in the city of Timon-MA, with a mapping of the existing watersheds and discuss the relevance of the implementation of environmental and territorial planning units in the areas of these watersheds. The methodology used consisted of a bibliographic review and the elaboration of thematic maps with the use of GIS, open source, seeking the delimitation of local watersheds as a basis for discussion of the management of the territory located in these watersheds. As a result, fifty-two (52) watersheds were identified in the city of Timon, of which forty-nine (49) have their main rivers tributaries of the Parnaíba River and three (03) of the Itapecuru River, both regional rivers that drain the territories of Piauí and Maranhão, respectively. Thus, this study seeks to contribute to the management of water resources in this municipal territory, from the generation of maps and socio-environmental information about the watersheds present, the basis for environmental and territorial planning.

Key-words: Water resources; Mapping; Timon-MA.

1. Introdução

As bacias hidrográficas são unidades espaciais de dimensões variadas, onde se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológica-geomorfológica e as condições climáticas. A legislação brasileira que aborda os recursos hídricos, tem por base a Lei das Águas - Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997, a qual define que "a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos" (Artigo 1º, inciso V). Para Christofoletti (1980), a bacia hidrográfica constitui uma área drenada por um conjunto de rios de ordem secundária convergindo para o rio principal, sendo delimitada pelo divisor de água, que é representado pelos pontos mais elevados do relevo que separam as bacias adjacentes. A bacia hidrográfica é definida espacialmente por um divisor topográfico que consiste em uma linha que passa pelos pontos mais altos do terreno, topos de morros, ao redor de uma rede de drenagem (RODRIGUES; ADAMI, 2005).

Para o planejamento de bacias hidrográficas é necessária uma visão integrada da ação antrópica sobre os recursos hídricos, ou seja, numa mesma bacia hidrográfica pode haver uma pressão urbana e rural concomitantemente, para as quais se dispõe de técnicas e práticas específicas (mas não isoladas conceitualmente e espacialmente) visando o uso e a conservação e/ou a preservação dos recursos hídricos. Nesse contexto discutiu-se a relevância e necessidade de implantação, de ações civis e políticas públicas de criação, engajamento e conhecimento das bacias hidrográficas existentes no território do município de Timon-MA. Objetivou-se, portanto, com este trabalho realizar a identificação e mapeamento das bacias hidrográficas existentes no município de Timon e discutir a relevância de implantação de unidades de planejamento ambiental e territorial das áreas dessas bacias. E de forma específica, discutir a relevâncias dessas bacias para o planejamento ambiental e territorial, delimitar as bacias do município e elaborar mapas das bacias a fim de representar espacialmente seus territórios no município.

Quanto à metodologia, foi utilizado o método hipotético-dedutivo associado à pesquisa de campo, com observações de campo. Configurou-se em revisão bibliográfica a partir da revisão de literatura sobre a temática em questão, onde foram pesquisados: livros, teses, dissertações, artigos em periódicos, busca em *sites* da *internet,* e documentos oficiais, sobretudo, no âmbito municipal e elaboração de mapas temáticos com uso de Sistemas de Informação Geográficas – SIG's, de uso e código aberto, buscando a delimitação das bacias locais como base para a discussão da gestão do território localizado nessas bacias. Como resultado identificou-se 52 (cinquenta e duas) bacias hidrográficas do município de Timon, sendo que 49 (quarenta e nove) têm seus rios principais afluentes na Bacia do rio Parnaíba e 03 (três), na Bacia do rio Itapecuru, ambos rios regionais que drenam os territórios do Piauí e do Maranhão, sucessivamente.

O presente trabalho foi desenvolvido com base em pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, elaboração de mapas temáticos com uso de SIG, onde foram aplicados arquivos tanto vetoriais como matriciais para a construção do produto cartográfico. Esta pesquisa foi efetivada por intermédio de uma seleção de textos referentes à temática, e justifica-se também pela ausência dados geográficos sobre a drenagem e seus cursos d'águas do município.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde a uma bacia hidrográfica, presente no município de Timon,

Estado do Maranhão, este município está localizado em faixas de áreas das Bacias dos rios regionais: o Parnaíba e o Itapecuru, entre as coordenadas geográficas 5° 5›56.93» a 5°10'3.03"S e 42°49'19.48" a 43°10'47.71"O. O município de Timon apresenta uma área de 1.764,612 km^2 e tinha uma população de 155.460, mil habitantes em 2010, correspondendo a posição de 5º (quinto) município, em relação ao total maranhense (IBGE, 2010). E na atualidade, apresentando 170.222 mil hab. com dados da estimativa populacional 2020, também do IBGE. Timon é o principal município da na região geográfica imediata, que recebe a sua mesma toponímia, estando na região geográfica intermediária de Caxias. E encontra-se na porção leste desse Estado, limitando-se ao Norte com o município de Caxias; ao Sul com o município de Matões; a Leste com o Estado do Piauí, especificamente com os municípios de Teresina e Nazária; e a Oeste com os municípios de Caxias e Matões (IBGE, 2020) (Figura 1).



Figura 1: Mapa de localização do município de Timon, Maranhão.

Fonte: Autores, 2021.

Como se observa na Figura 1, Timon tem parte de sua área nas bacias hidrográficas dos rios regionais Parnaíba e Itapecuru, tendo assim parte do divisor topográfico dessas duas bacias nesse município e sendo drenado por afluentes locais desses dois rios regionais.

A bacia hidrográfica de estudo, riacho Bacuri, sendo uma das principais bacias do município, situando ao sul da sede urbana, com áreas limítrofes ao perímetro urbano da cidade. A bacia possui uma área de aproximadamente 406 km^2 e sua delimitação foi obtida por meio dos dados do TopoData (ID: SRTM1S01W048V3) disponível no site do *United States Geological Survey* – USGS (2020), através da ferramenta SAGA E GRASS no SIG – Sistema de informação Geográfica, *Software* QGIS, 3.10.

2.2. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos corresponderam as seguintes etapas: revisão da literatura

sobre a drenagem do município de Timon, como também sobre o planejamento e gestão de recursos hídricos, bacias hidrográficas e gestão ambiental e territorial, em livros, artigos, dissertações e teses que versassem sobre o tema. Em seguida fez-se análise da legislação referente ao tema, a Lei no 9.433/1997 que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (2005), além de outras legislações federais e ou do estado do Maranhão e do município de Timon. Seguiu-se a organização de mapas temáticos com uso de SIG, de uso e código aberto, para elaboração dos produtos cartográficos, delimitação de bacia e mapear a divisão das bacias existentes no município de Timon e suas respectivas redes de drenagens.

Para a identificação dos divisores topográficos foi utilizado um Modelo Digital de Elevação - MDE derivado da imagem *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM, obtida pelo Projeto Topodata, adquirida no site do Banco de Dados do TOPODATA/INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Após a aquisição das cenas, as mesmas foram processadas utilizando o programa de licença livre e geração dos produtos cartográficas para este artigo. No *datum* oficial brasileiro, o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000.

3. Planejamento Ambiental e Territorial

Segundo a Lei Nacional 9.433/97, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Para Botelho (2010) analisar fatores do meio físico necessários ao planejamento ambiental, destaca que os corpos rochosos, em função de suas características mineralógicas, estruturais, responde de forma diferenciada a ação dos processos exógenos, influenciando nas formas de relevo e tipos de solo, o autor acrescenta ainda, que as informações geológicas permitem a reconstrução histórica da evolução da paisagem e do seu comportamento atual. Para Mota (1995), "o planejamento territorial de uma bacia hidrográfica com base em suas características ambientais constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos". Para Santos (2004), o planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente. Por tanto, tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, atividades socioculturais e atividades e interesses econômicos.

O planejamento ambiental do território (ou de uma bacia hidrográfica) converte-se em um elemento tanto básico como complementar para a elaboração dos programas de desenvolvimento econômico e social e para a otimização do plano de uso, manejo gestão de qualquer unidade territorial (RODRIGUEZ et a*l*, 2004). A Lei 9.433 de 1997 estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e deu diretrizes gerais para a gestão da água no Brasil. Entre os aspectos que merecem destaque, a referida lei tem como um dos seus fundamentos a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para sua implantação. A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, busca garantir o uso múltiplo de reservatórios de forma disciplinada (GALVÃO; BERMANN, 2015). No entanto, parte dos conflitos pela água envolve, também, questões ambientais e necessitam de soluções específicas que contemplem os interesses dos envolvidos (TUCCI, 2006).

A competência municipal no planejamento e gestão do território foi ampliada com o modelo descentralizador adotado pelo Governo Federal. Segundo a Constituição Federal de 1988, art. 30, VIII, cabe ao município "promover, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano". Isso implica manter programas de promoção do adequado ordenamento territorial, além de integrá-los com programas de outras áreas, como recursos hídricos. Acerca da gestão territorial, segundo Dallabrida (2011), refere-se aos

processos de planejamento e tomada de decisão dos atores sociais, econômicos e institucionais de um determinado âmbito espacial, sobre a apropriação dos territórios visando a qualidade de vida da população.

4. Resultados e Discussões

4.1 Bacias presentes no município de Timon - caracterização geoambiental

A Região Hidrográfica do Parnaíba configura-se como uma das mais importantes da região Nordeste do Brasil, sendo ocupada pelos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão, entre as coordenadas 02°21'S e 11°06'S de latitude e 47°21'W e 39°44'W de longitude, ocupando uma área de 331.441 Km^2, sendo 249.497 Km^2 no Piauí, 65.492 Km^2no Maranhão, 13.690 Km^2 no Ceará e 2.762 Km^2 de área em litígio entre Piauí e Ceará.

O município de Timon situa-se em duas bacias hidrográficas: Itapecuru e Parnaíba. Correspondendo, respectivamente uma área de 320,7 km^2 e 1443,91 Km^2 (TIMON, 2014). Timon está inserido nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, baixo Planaltos do Médio-Baixo Parnaíba. Na área do município, o Grupo Balsas está representado através das formações Piauí (C2pi) Carbonífero, Pedra de Fogo (P12pf) e Motuca (P3m) Permiano; o Grupo Mearim, através da formação Corda (J2c) Jurássico, CORREIA FILHO (2011). Sobre essas superfícies aplainadas e ajustadas ao nível de base do rio Parnaíba, desenvolve-se diversos tipos de solos, profundos a muito profundos, com concreções, bem drenados e com baixa fertilidade natural, como Plintossolos Pétricos concrecionários argissólicos, Argissolos Vermelho - Amarelos distróficos e Latossolos Amarelos distróficos (Embrapa, 2018).

A Região hidrográfica do Parnaíba está dividida em 03 (três) grandes sub-bacias: Alto Parnaíba, Médio Parnaíba e Baixo Parnaíba, que, por sua vez, subdividem-se em 07 (sete) Sub-bacias, delimitadas segundo a importância dos seus rios principais e características ambientais, conforme PNRH (2005). A região hidrográfica do rio Parnaíba é formada por terras pertencentes aos estados do Piauí, do Maranhão e do Ceará, estando à maior parte da área da bacia no primeiro, seguido do Maranhão e do Ceará. A área da bacia abrange três biomas principais: Cerrado, Caatinga, região de e ecótonos, com base no MMA (2006). Na figura 2, é mostrada toda a região da bacia.

A região hidrográfica do Itapecuru compreende os ecossistemas de Cerrado e Mata dos Cocais, que é uma vegetação de transição entre o cerrado e a Mata Amazônica, ambos estão, atualmente, em processo de degradação pela ação antrópica. Os rios que banham o espaço maranhense pertencem naturalmente a dois grupos de bacias hidrográficas: as bacias limítrofes e as bacias genuinamente maranhenses (RIOS, 2005). Na figura 2, demostra a hipsometria, com o divisor topográfico entre as bacias do rio Itapecuru e do rio Parnaíba e em seguida a figura 3, com a delimitação das duas bacias presentes no município de Timon-MA. Sua bacia se estende a Leste do Estado do Maranhão, ocupando considerável área de Sul a Norte em terrenos relativamente baixos e de suaves ondulações, totalizando uma área de 54.300 km^2 (MARANHÃO, 2004).

O referido rio nasce nas fronteiras dos municípios de Mirador, Grajaú e São Raimundo das Mangabeiras, percorre uma extensão de 1.050 km até chegar a sua foz, na Baia do Arraial, ao Sul da Ilha de São Luís.

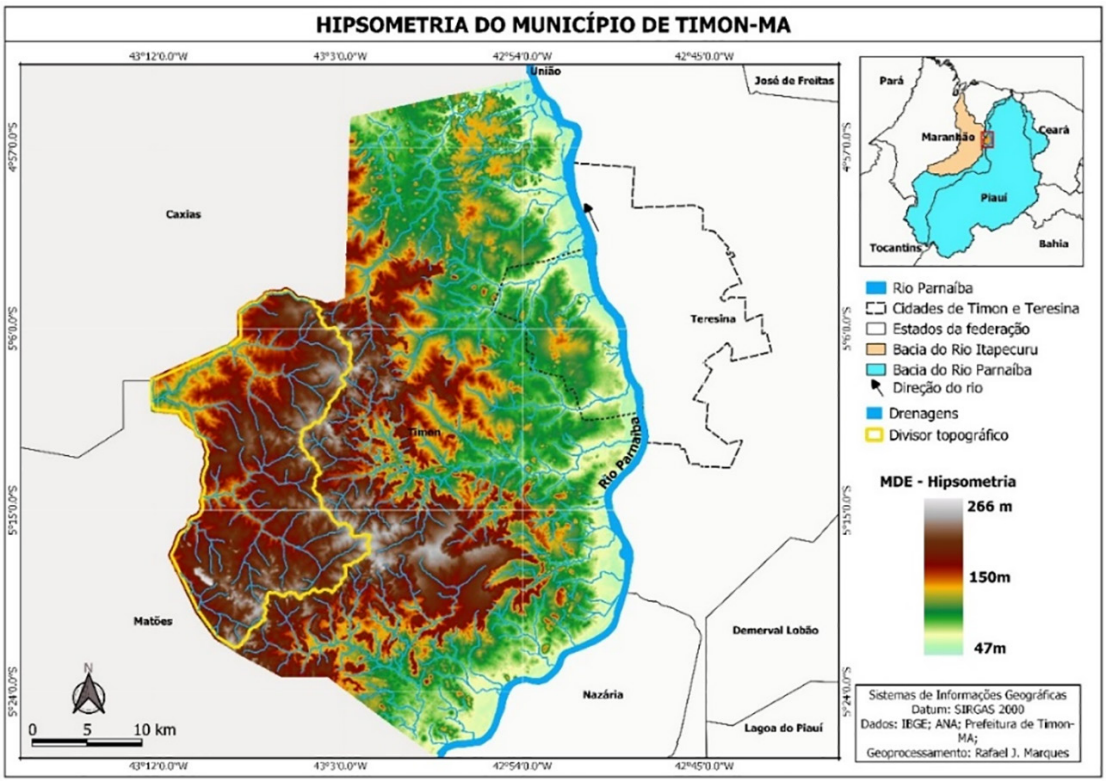


Figura 2: Hipsometria do Município de Timon, Maranhão.

Fonte: Autores, 2021.

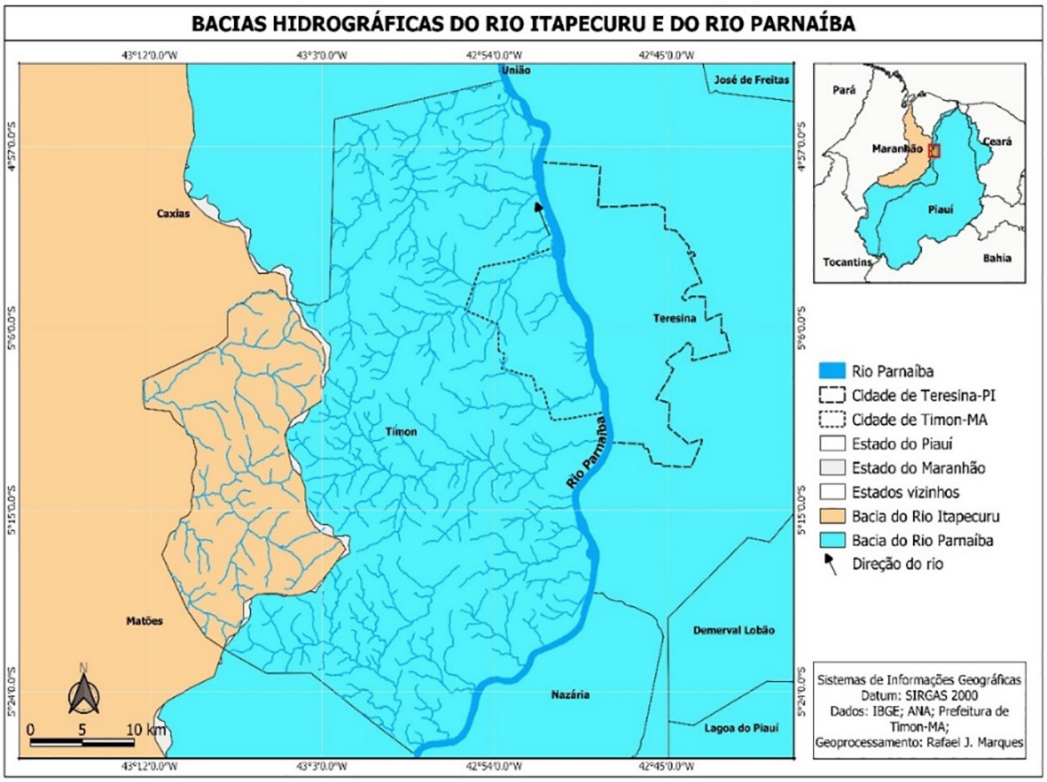


Figura 3: Divisão das bacias presentes no município de Timon.

Fonte: Autores, 2021.

A área da bacia do Parnaíba no município faz parte da região hidrográfica de mesmo nome

denominada de bacia hidrográfica. E sobre a bacia do Itapecuru, compõe região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental com o nível de sub-bacia (BRASIL, 2015).

As definições propostas para bacia hidrográfica assemelham-se ao conceito dado por Barrella (2001), sendo definido como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. A bacia hidrográfica pode ser compreendida como zona de interligação com outra de ordem hierárquica superior de um corpo hídrico, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia.

Para Santana (2003), o termo microbacia, embora difundido em nível nacional, constitui uma denominação empírica, sugerindo o autor a sua substituição por sub-bacia hidrográfica. E para Cecílio e Reis (2006), definem a microbacia como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima (máximo varia entre 10 a 20.000 ha ou 0,1 km2 a 200 km2).

Conforme o Programa Nacional de Bacia Hidrográfica (PNMH) por bacia hidrográfica entende-se a "área da superfície terrestre drenada por um rio principal e de seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água" (BOTELHO 2010, p. 269). O que diferencia a microbacia de uma bacia hidrográfica é a escala de ocorrência, sendo que, as bacias hidrográficas podem ocupar vastas áreas geográficas enquanto as microbacias são recortes menores e pertencentes à bacia hidrográfica (BOTELHO, 2010 p. 269). O uso do termo microbacia hidrográfica refere-se a "uma área drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada" (BOTELHO 2010, p. 272). Assim, a bacia hidrográfica apresenta-se como um componente do sistema ambiental com características fundamentais que a tornam uma unidade natural LIMA (2013: pag. 72).

Assim, neste contexto, microbacia hidrográfica pode ser entendida como a demarcação de uma área, cuja extensão seja capaz de conter os elementos necessários ao desenvolvimento de uma pesquisa, assim:

> [...] microbacia é uma área suficientemente grande, para que se possam identificar as inter-relações existentes entre os diversos elementos do quadro socioambiental que a caracteriza, e pequena o suficiente para estar compatível com os recursos disponíveis (materiais, humanos e tempo) respondendo positivamente a relação de custo/benefício existente em qualquer projeto de planejamento. (BOTELHO, 2010:273)

Podemos denominar de também de 'microbacia', as existentes no município, constam o mapa que representa as bacias existentes. E essas bacias têm relevante importância histórica para a população que e as envolve. Abriga um número representativo dos balneários mais tradicionais do município (uma de suas características mais marcantes), na sua importância econômica (piscicultura, exploração mineral, agricultura familiar etc.) e paisagística, e por ser alvo dos atuais vetores de crescimento da cidade, permitindo uma análise integrada no contexto das relações entre sociedade-natureza.

No processamento em Sistemas de Informação Geográfica - SIG, no procedimento de delimitação de bacia o processamento inicial realizado com o recorte do MDE foi importado para um programa/algoritmo de análise para o processamento, no programa Saga, em *Terrain Analysis - Hidrology*. Os passos para a obtenção do divisor topográfico da bacia consistem em: com a imagem corrigida, para o cálculo da rede de drenagem, em determinado SIG inserindo um arquivo *raster srtm* de MDE. Com a técnica em SIG, desenvolveu-se a delimitação de bacia, derivado de um

MDE, pode-se chegar, entre o divisor topográfico entre as bacias do Parnaíba e do Itapecuru, aos polígonos que representam ao a formação das microbacias, automaticamente gerada e chegou ao dado de um total de 52 microbacias no território de Timon-MA. Neste procedimento, podendo ser visualizado na figura 4, derivado de técnica do geoprocessamento, gerou um produto que alcançou essa quantidade de microbacias, com suas características morfológicas e morfométricas.

Todo o processo de delimitação se deu de forma objetiva, através da sobreposição do MDE a um modelo de elevação, ficando a cargo de escolha apenas o ponto definido como o exutório da bacia, que corresponde ao ponto de maior acúmulo de fluxo de toda a área. Conforme mencionado por Sobrinho et al. (2010) o método apresentado mostra-se adequado, pois mesmo com o uso de programas diferentes, esperam-se resultados mais próximos entre si, do que quando comparados à delimitação manual, o que vai depender da percepção de cada indivíduo. Após o processamento em Sig, todas as bacias e drenagens foram identificadas, presentes na figura 4.

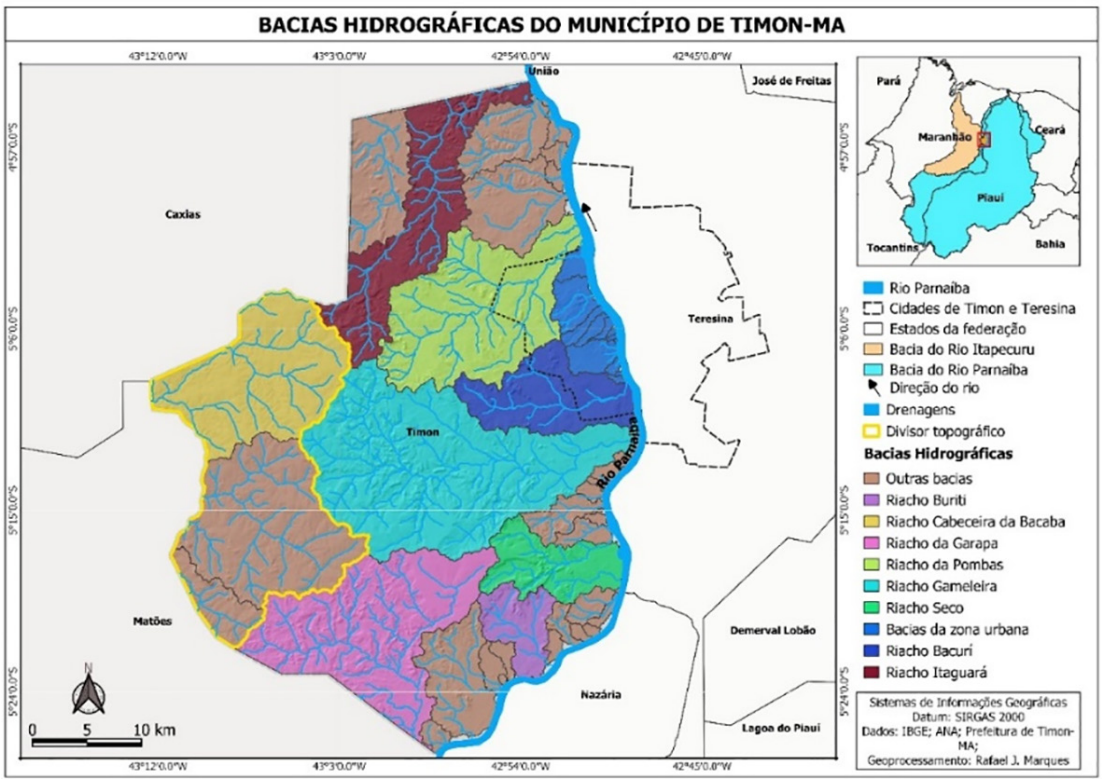


Figura 4: bacias do município de Timon-MA.

Fonte: Autores, 2021

A partir do exposto, foi necessário apresentar, por meio desta delimitação que quão rico é o município de Timon, estado do Maranhão, por possuir em seu território duas grandes relevantes bacias hidrográficas, do Parnaíba e do Itapecuru presentes e uma rica rede de drenagens e microbacias. Com isto, evidenciar ações de conservação, preservação e do uso da bacia como unidade de planejamento ambiental. Albuquerque (2012) coloca que tendo a bacia como base principal do sistema de gestão é possível realizar a delimitação e reconhecimento do ambiente físico, a aplicação de legislação compatível a realidade local e a análise integrada do ambiente, com visão geosistêmica que leva a um entendimento de toda região e interligação com os elementos e fatores naturais no aspecto físico local.

Nas bacias mapeadas, verifica-se a necessidade e importância ecológica nos processos hidrológicos. Sendo que a bacia é uma unidade de planejamento e deve ser gerenciada para

programas de políticas públicas, tecnológicas e de educação a fim de promover a solução de problemas, a otimização de recursos e a garantia dos usos múltiplos da água, tudo isso com a participação de usuários, pesquisadores, sociedade civil, poder público, organizações privadas. Uma ferramenta importante na concepção da bacia como unidade de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos é a Lei Federal n° 9.433 de 08 de janeiro de 1997, Lei das águas, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, que deve ser aplicada na totalidade em todas as ações para conservação e preservação.

E por fim, a necessidade e composição de um comitê de bacia, em pleno funcionamento, que possa gerenciar com todos os parceiros, a gestão dos recursos hídricos e ter com ação real a total busca de um gerenciamento e de planejamento dos recursos hídricos, territorial e ambiental das bacias hidrográficas presentes e identificadas.

5. Considerações finais

As bacias hidrográficas têm grande importância não só no contexto hidrológico, e geosistêmica, econômico e social de uma região. Geralmente, ao longo de seus cursos d'água encontram-se uma população que têm suas vidas, direta ou indiretamente vinculadas à existência dos rios. Tanto as Bacias do Rio Parnaíba e do Rio Itapecuru remete total atenção às questões socioambientais, despertando à comunidade local e o poder público para sensibilização dos problemas, para que tomem ações devem conservar e preservar as águas e o meio ambiente a fim de proporcionar qualidade de vida.

Considerando o uso do solo e ocupação das terras, a relevância da conservação e preservação dos cursos d'águas e suas bacias do município para uma participação das comunidades e implementação de mecanismos de manejo e controle, à comunidade e sociedade como tamanha são os cursos d'águas no município de Timon, com rica drenagem em suas terras para uma prática de educação ambiental e gestão territorial no município. De modo geral, este trabalho propôs mostrar a importância dos recursos hídricos presentes e suas bacias no município de Timon-MA. Os resultados apresentaram a divisão das bacias do Parnaíba e Itapecuru no município de Timon. Para se chegar à divisão das microbacias, foi utilizada a técnica de delimitação automática de bacias hidrográficas, sendo um procedimento indicado por garantir uma menor subjetividade e maior rapidez no processo, facilitando a tomada de decisão em relação ao planejamento de recursos hídricos e promover o entendimento e discutir ações para a comunidade e a gestão pública.

6. Agradecimentos

Agradeço a oportunidade de compartilhar conhecimento e, acima de tudo, aprofundar-me mais sobre o tema discorrido e outros afins.

7. Referências

ALBUQUERQUE, Adoréa Rebello da C. **Bacia Hidrográfica: Unidade de Planejamento Ambiental.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.4, N.4, 2012. p.201 - 209.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras. Brasília: ANA, 2015.

BRASIL. **Lei Federal n. 9433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos

Hídricos. Brasília, 1997.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacias Hidrográficas. Cap. 8, 2010. *In*: Guerra, A. J. T,: Silva, A. S; Botelho, R. G. M. **Erosão e conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações**. 5º Ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2010. p. 269-293.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da; VITTE, A. C. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**.** Cap. 6, 2011. *In*: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. Teixeira (org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. 5º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 153-188.

CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas**. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006. 10p.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CORREIA FILHO, F. L. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, Estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Timon - Teresina**: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

EMBRAPA, **Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos. [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. - Brasília, DF: Embrapa, 2018.

DALLABRIDA, V. R. (Org.). **Gestão Territorial e Desenvolvimento: Descentralização Político-Administrativa, Estruturas Subnacionais de Gestão do Desenvolvimento e Capacidades Estatais**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010** e **Estimativa populacional 2019**. Rio de Janeiro. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/timon/panorama. Acesso em: 20 fevereiro, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cartas Topográficas**. Folha: Buriti Cortado/MA SB-23 X-D-I/885. Brasília: IBGE, 1984. (Escala 1:100.000), disponível em http://www.ibge.gov.br, acesso: 18 de fevereiro de 2021.

LIMA, I.M.M.Fé. **Morfodinâmica e Meio Ambiente na Porção Centro-Norte do Piauí, Brasil**. 2013. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.

MACROZEE. **Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão.** Embrapa Monitoramento de Satélite, São Luís, 2013.

MARANHÃO. **Lei nº 8.149** de 15 de julho de 2004. Dispõe sobre a política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos hídricos, e dá outras providências. Maranhão, 2004.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. **Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 43-68, maio/ago. 2015.

RODRIGUEZ, J.M.M, SILVA, E.V da, CAVALCANTI, A.P.B. **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

RIOS, Luis. **Geografia do Maranhão**. 4. ed. atual. São Luís: Central dos livros, 2006.

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e pratica.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SOBRINHO, T. A., Oliveira, P. T. S.; Rodrigues, D. B.B.; Ayres, F. M. **Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM**. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 46-57, 2010.

TIMON. Secretaria Municipal de Planejamento. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Timon, 2014.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006.

Categorização dos Usos Múltiplos da Água na Bacia do Rio Guaribas/CE

Elen Karine Forte Pessoa

Resumo
Discutir os usos múltiplos da água a partir de sua categorização é uma forma de sistematizar informações que podem orientar o planejamento e a gestão dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica. Nesse sentindo, o presente trabalho apresenta um método de organização informacional por meio da identificação dos usos consultivos e não consultivos da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Estado do Ceará, com objetivo de categorizá-los para estimar os conflitos correlatos, contribuindo com futuras decisões que visem mitigar esse impasse. De abordagem quali-quantitativa, o estudo foi precedido por pesquisa de campo e utilizou-se como instrumentos de coleta de dados: entrevista semiestrutura, notas de campos, registro fotográfico e uma interação temática, o diagnóstico hídrico participativo. Conforme os dados levantados, os principais usos consultivos foram: abastecimento humano, dessedentação de animais, uso industrial, uso comercial e uso agrícola. Com relação aos usos não consultivos, estes foram os identificados: manutenção ecossistêmica, lazer e pesca.

Palavras-Chave: Conflito Ambiental; Gestão de Bacias Hidrográficas; Usos da Água.

Abstract
Discussing the multiple uses of water from its categorization is a way to systematize information that can guide the planning and management of water resources in a river basin. In this sense, the present work presents a method of informational organization through the identification of the advisory and non-consultative uses of the Guaribas river basin, State of Ceará, in order to categorize them to estimate the correlated conflicts, contributing to future decisions that aim to mitigate this impasse. Of quali-quantitative approach, the study was preceded by field research and used as instruments for data collection: semi-structured interview, field notes, photographic record and a thematic interaction, the participatory water diagnosis. According to the data collected, the main advisory uses were: human supply, animal supply, industrial use, commercial use and agricultural use. With regard to non-consultative uses, the following were identified: ecosystem maintenance, leisure and fishing.

Keywords/Palabras Clave: Enviromental Conflict; River Basin Management; Water Uses.

1. Introdução

Considerando que as interações entre os usos e usuários da água ocorrem no âmbito da bacia, ela é entendida como unidade espacial naturalmente delimitada mais adequada à avaliação dos múltiplos usos da água. Conforme Nascimento e Carvalho (2003), as várias definições desse conceito abre um leque de possibilidades analíticas permitindo que a água seja avaliada desde uma visão limnológica a contextos mais complexos envolvendo processos socioeconômicos e políticos. Perpassando por uma variada etiologia de usos e usuários, a categorização dos usos das águas é imprescindível à produção de espaços, reprodução de relações sociais, só para citar alguns exemplos.

A discussão sobre os usos da água é central na gestão de bacias hidrográficas. Nesse sentido, um dos princípios fundamentais da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é a garantia dos usos múltiplos (BRASIL, 1997).

Neste aspecto, uma gestão eficiente é aquela que otimiza os usos e garante a todos os usuários de água de uma bacia hidrográfica a quantidade e padrões de qualidade adequados desse elemento. Caso contrário, o beneficiamento de um usuário ante os demais, mesmo que respaldado institucionalmente, pode gerar tensões transformando a bacia em um campo de conflito. É o caso da Bacia Hidrográfica do rio Guaribas (BHG), unidade de análise no trabalho.

Localizada na porção nordeste do Município de São Gonçalo do Amarante, a bacia está a cerca de 53 km de Fortaleza entre as coordenadas 3° 33' 43.94" S e 38° 53' 06.77" O, sendo a rodovia estadual CE- 085, CE-421 e CE-156, suas principais vias de acesso. Está inserida na Região Hidrográfica da Bacia Metropolitana, que por sua vez pertence ao grupo de bacias do Atlântico Nordeste Oriental – bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico – trecho nordeste (NASCIMENTO, 2011).

No Ceará, em função das políticas macroeconômicas de cunho desenvolvimentista, foi inserida na bacia a Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP) e a Usina termoelétrica do grupo Eneva, em 2014 e 2013, respectivamente (TELES; AMORA, 2016). Ambas são empreendimentos que fazem parte do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP).

A quantidade de água exigida no processo produtivo industrial associada a falta de informação sobre possíveis impactos no ambiente e no modo de vida da população, gerou tensões que mobilizou diferentes usuários da água das comunidades inseridas nesse recorte. Esse movimento resultou em um acampamento, que durou cinco meses, em 2018, no canteiro de obras da empresa responsável pela perfuração de poços, cuja água seria destinada ao setor industrial.

Diante da situação descrita, é imposto uma série de desafios aos gestores públicos para o desenvolvimento de ações que atuem de forma a mitigar os conflitos e garantir os usos múltiplos na BH do rio Guaribas. Neste contexto, o primeiro desafio é analisar com profundidade o panorama atual da bacia quanto aos usos e usuários, suas demandas e pontos de tensão.

Parte-se do pressuposto que por meio da categorização dos usos da água é possível organizar informações que auxiliam uma leitura relacional dos usos múltiplos e seus respectivos usuários, possibilitando a compreensão do que fomenta quadros conflitivos que envolvem tais fatores. Isto posto, esse processo constitui-se na construção de uma ferramenta analítica própria, no nível da bacia hidrográfica, que colabora com o Sistema de Informação, instrumento de gestão necessário a operacionalização de tomada de decisão. À vista disso, este trabalho tem por objetivo categorizar os usos da água em consultivo e não consultivo para analisar os usos múltiplos na bacia do rio Guaribas e os conflitos correlatos.

2. Usos múltiplos da água em bacias hidrograficas

A categorização dos usos da **água**, elaborada a partir dos usos consultivos e não consultivos, foi construída de forma a gerar informações necessárias a gestão hídrica na BH em análise. De acordo com Christofidis (2009), a utilização múltipla tem a ver com o aproveitamento conjunto das águas de forma compatível com a preservação de sua qualidade, e com o mínimo distúrbio do ambiente. Seguir esse pressuposto é atender as demandas dos diferentes usuários evitando-se conflitos e estimulando o uso eficiente dos recursos hídricos.

À vista disso, considera-se como base conceitual as concepções de Christofidis (2009) e Nascimento (2011) sobre o tema. Com relação ao uso consultivo, diz-se da diminuição espaço-temporal e quali-quantitativa das águas decorrente do consumo efetivo desse recurso. Já o uso n*ão* consultivo acontece quando há a utilização da água *in situ*, sem a necessidade de tirá-la de suas coleções.

A linha teórica e metodológica adotada na pesquisa procura orientar para um melhor entendimento dos usos múltiplos da água e seus usuários no recorte espacial adotado. Tal processo de investigação científica requer uma estreita relação entre teoria, método e técnica. Para isso, os procedimentos adotados fundamentais para atingir os objetivos da pesquisa são baseados nas etapas de trabalho desenvolvida por Nascimento (2003), mas adaptadas ao objeto de investigação. Assim a pesquisa é dividida em duas etapas organizativas: Sintético I e Sintético II.

a) Sintético I: categorização dos usos da água em dois grupos: consultivo e não-consultivo;
b) Sintético II: construção do quadro analítico de usos, usuários e funções da água, associados aos aspectos de imprescindibilidade, possibilidade de substituição e impacto.

Foi analisado o material bibliográfico e feito o levantamento de dados secundários com o intuito de formar um banco de dados acessível e adequado ao desenvolvimento da pesquisa. Realizaram-se trabalhos de campo, cujas técnicas de coleta foram: entrevistas semiestruturadas com pessoas-chaves, observações; registros fotográficos; correções de mapeamento; e a realização de uma atividade com alguns usuários de água à elaboração do diagnóstico hídrico da bacia. Segundo Christofidis (2009), para o melhor domínio da discussão sobre usos múltiplos é sugerido associar essa classificação aos aspectos de imprescindibilidade, possibilidade de substituição e impacto. Assim sendo, todos os dados foram organizados e tratados em plataforma Excel para posterior construção de um quadro analítico considerando todos esses aspectos.

O grau de imprescindibilidade indica a possiblidade ou não de dispensa da água no uso em questão; a substituição reflete a existência de outro produto que possa substituir a água de forma alternativa em determinados usos. Já os impactos referem-se as modificações sociais e ecológicas consequentes da utilização da água, indicado: negativo (-), quando há interferência na qualidade e quantidade do manancial impedindo outros usos de se manterem; positivo (+) quando os usos interferem na qualidade e quantidade do manancial de forma a favorecer outros usos, podendo coexistir concomitantemente; e nulo (o) quando não há interferência na quantidade e qualidade do manancial.

2.1 Usos Múltiplos da Água na BH do rio Guariba

Com importantes infraestruturas conexas à mineração (indústria de transformação, estradas, terminal portuário), a bacia do rio Guaribas (Figura 1) passou a apresentar relações conflituosas

entre os usuários de água, uma vez que as atividades ligadas ao Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) apresentam vultosas demandas hídricas.

O conflito nesse contexto:

> [...] são aqueles envolvendo grupos sociais com modos diferenciados de apropriação, uso e significação do território, tendo origem quando pelo menos um dos grupos têm a continuidade das formas de apropriação do meio que desenvolvem ameaçadas por impactos indesejáveis. (ACSELRAD, 2004, p. 18)

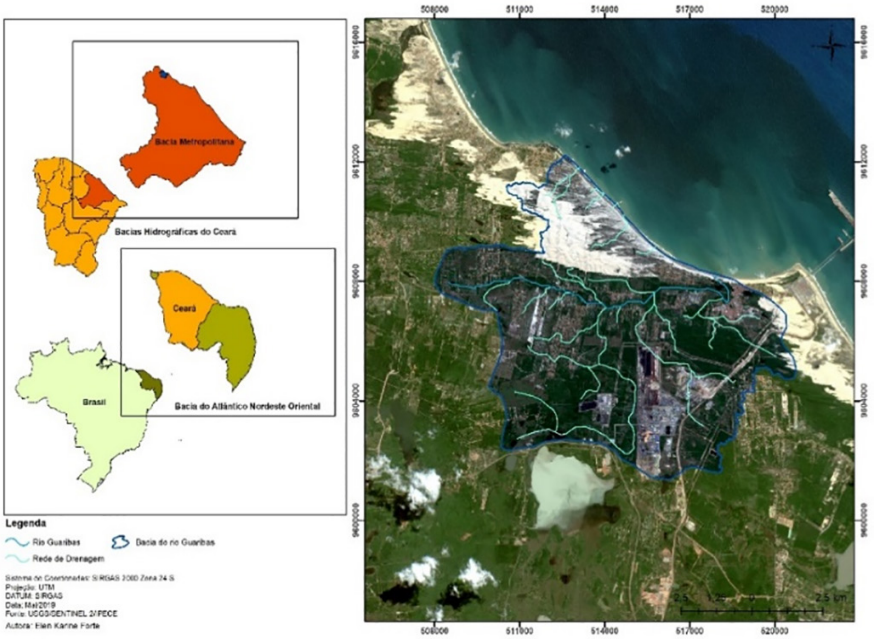


Figura 1: Localização da BH do rio Guaribas
Fonte: USGS (2019), SENTINEL (2019) e IPECE (2019).

Ainda que seja um importante polo industrial em escala regional, responsável por colocar o município de São Gonçalo do Amarante em segundo no lugar no ranking da série revisada do PIB per capita do estado do Ceará (IBGE, 2019), o CIPP e as empresas que o integram, preocupam a população diante da possibilidade de terem a continuidade das formas de apropriação do meio que desenvolvem ameaçadas pela redução da disponibilidade de água subterrânea, visto que algumas comunidades inseridas na bacia abastecem-se por poços semi-artesianos. Dessa forma, partindo da metodologia proposta, a sistematização das informações coletadas possibilitou a construção do quadro de usos consultivos e não consultivos da BH do rio Guaribas (Quadro 1).

Quadro 1: Usos consultivos e Usos não consultivos.

Usos Consultivos	Usos Não Consultivos
Abastecimento Humano	Manutenção Ecossistêmica
Dessedentação de Animais	Lazer
Uso Industrial	Pesca
Uso Comercial	
Uso Agrícola	

Fonte: Autoria própria.

O abastecimento humano é o uso realizado nas residências para consumo e higiene, que em algumas comunidades como a da Parada, o único meio de acesso à água é através dos poços semi-artesianos. De acordo com as agentes de saúde entrevistadas, todos as 1392 famílias da Parada são abastecidas apenas por poços.

A dessedentação de animais é um uso que se deve considerar, pois há criação de animais de médio e grande porte como, a bovina e a caprina, mas também há criação de animais de pequeno porte como, a galinha, capote, coelho, entre outros para consumo próprio. Vale ressaltar que algumas pessoas das comunidades de Angicos e Caraúbas criam gado leiteiro. A produção do leite é para vender nas comunidades da bacia e outras localidades próxima.

O uso industrial é representado pela indústria (CSP e Usina Termelétrica) e a agroindústria (Matsuda Pecém) que juntas utilizam uma vazão de aproximadamente 370 litros por segundo (COGERH, 2019). Foi contabilizado apenas a vazão referente à retirada de água por bateria de poços. Atualmente, esse uso é o que detém maior valor de retirada consultiva.

É comum na BH do rio Guaribas vendedores de água passarem nas comunidades vendendo garrafões que são comprados principalmente para o consumo das famílias. Isso porque em determinados locais a água do poço não é consumida devido algumas alterações na sua qualidade. Nesse caso, o uso da água se enquadra como comercial, uma vez que ela é o produto comercializado.

A utilização da água na agricultura é classificada como de uso agrícola. É realizada pelos produtores agrícolas e pluriativos. Foi visitado em campo pequenas plantações e constatado que em algumas existem um sistema de irrigação que funciona durante todo o ano (Figura 2). Essa água é retirada através de poços.



Figura 2: Plantação de subsistência de macaxeira.

Fonte: Autoria própria

Com relação aos usos não consultivos foram identificados três: manutenção ecossistêmica, lazer e pesca. O primeiro é o uso da água pelos componentes dos ecossistemas terrestre, uma vez que ela é o elemento crucial para os processos de entrada e saída de energia, material e informação.

Em algumas áreas, a população usa os córregos e a lagoas interdunares que se formam durante o período chuvoso para banho e outras atividades ligadas ao lazer (Figura 3).



Figura 3: Lagoa interdunar na BH do rio Guaribas
Fonte: Autoria própria.

A pesca é uma prática comum entre a população. No entanto, atualmente, é mais praticada pelas mulheres e crianças, pois os homens ou estão empregados nas empresas ligadas ao CIPP ou trabalham em Fortaleza. A partir dessas informações constata-se que há uma dinâmica social e econômica inerente ao uso da água na bacia que envolve indivíduos que precisam ter suas demandas supridas para a reprodução das suas atividades. Por conseguinte, o quadro indica uma variedade de utilizações que devem ser consideradas nos processos de tomada de decisão.

Justaposto aos usos, usuários e respectivas funções são apresentados no quadro 2. Esse quadro permitiu identificar os usos conflitivos. Diante de todos esses considerados, o que se constata é que o uso industrial se enquadra como conflitante com os demais, pois apresenta-se ameaçador ante a quantidade de água exigida no processo produtivo.

O fato é que a vazão utilizada pelos usuários industriais considerados na pesquisa equivale a cerca de 370 litros por segundo (COGERH, 2019). Uma pessoa nascida no estado do Ceará consome, em média, 125 litros de água por dia (SNIS, 2018). Significa dizer que a indústria possui um consumo anual de água que seria o suficiente para abastecer 256 mil cearenses por ano, ou seja, praticamente o município de Sobral, que contém um dos maiores centros urbanos do Estado do Ceará.

Quadro 2: Usos, usuários e funções da água na BH do rio Guaribas.

	Usos	Usuários (Representante)	Funções	Imprescindibilidade	Substituição	Impactos
Consultivo	Abastecimento Humano	População	Consumo Higiene	Alto		(0)
	Dessedentação de animais	Fauna	Consumo	Alto		(0)
	Uso Industrial	CSP, Usina Termelétrica do grupo Eneva, Matsuda Pecém Com. e Ind. Ltda.	Meio de produção	Alto		(-)
	Uso Comercial	Proprietários de lava-jato e vendedores de água	Mercadoria	Médio		(0)
	Uso Agrícola	Pecuarista, agricultores e moradores que criam animais para consumo próprio	Consumo Meio de Produção	Alto		(0)
Não Consultivo	Manutenção Ecossistêmica	Fauna e Flora; ecossistemas terrestre e aquáticos	Suporte Meio Consumo	Alto		(+)
	Lazer	Turistas e moradores locais	Meio	Alto		(0)
	Pesca	Pescadoras	Meio	Alto		(0)
	Gestão	Estado (SRH, COGERH, SOHIDRA)	Suporte	Alto		(-)

Fonte: Autoria própria. Adaptado de Christofidis (2009) e Nascimento (2012).

O uso gestor da água, manifestado através de ações das instituições governamentais responsáveis por sua gestão, também é considerado conflitante. De acordo com a população local, durante os processos decisórios nos espaços deliberativos, nenhum morador é consultado sobre possíveis intervenções na bacia para a alocação de água. Essas decisões modificam uma dinâmica socioespacial que geralmente prejudica os usos mais nobres da água atingindo comunidades e ecossistemas.

3. Considerações Finais

A partir dos resultados pôde-se constatar que a BH do rio Guaribas apresenta um conjunto complexo de usos da água que precisam ser alocados de modo a não interferir e prejudicar

outras atividades que compartilham do mesmo recurso. Posto isso, diante da quantidade de água consumida no processo industrial, esse uso é considerado conflitante, uma vez que a população vê a continuidade das suas atividades locais e de subsistência ameaçadas por possíveis impactos gerados pela elevada quantidade de água subterrânea retirada para abastecê-lo.

Outra questão que influi na relação conflituosa entre os usuários da bacia é a não eficácia da mediação de conflitos sob responsabilidade dos órgãos estaduais de gestão hídrica. De acordo com Raffestin a água (1993, p. 208) "[...] como qualquer outro recurso é motivo para relações de poder e de conflitos".

A categorização dos usos da água permitiu sistematizar um conjunto de informações que viabilizou estimar os envolvidos no conflito emergente na BH do Guaribas. Esse conjunto de informação sistematizada pode servir para orientar futuros projetos voltado aos recursos hídricos e como ferramenta adicional ao sistema de informação da bacia podendo ser utilizado por seus usuários e gestores.

Dessa forma, os usos múltiplos envolvem um conjunto de atores, para citá-los: pescadoras, comerciantes, agricultores, empresários do setor industrial e representantes do governo estadual; que têm interesses muitas vezes divergentes e cabe aos órgãos públicos conhecer tais situações para prevenir ou mediar conflitos. Essa lacuna pode ser preenchida através da categorização dos usos da água e o conjunto de informações sistematizadas nesse processo. Tal procedimento pode orientar o planejamento e a tomada de decisões em bacias hidrográficas.

4. Referências

ACSELRAD, H. As práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais. In: Acselrad, Henri (Org.). **Conflitos ambientais no Brasil.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p. 13-36

BRASIL. Congresso. Lei n° 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de jan. 1997.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018. 218 p.

CHRISTOFIDIS, D. Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos. In: THEODORO, Suzi (Org.). **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Graramond, 2009. p. 13-28.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Outorgas concedidas e vigentes**. Disponível em: < http://outorgasvigentes.cogerh.com.br/paginaSemValidacao/outorgaVigente/outorgas_fh.xhtml;jsessionid=90F2DA64C20F24DC4C2B6C2C208EB810.worker1>. Acesso em: 15 de mai. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **São Gonçalo do Amarante**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/sao-goncalo-do-amarante>. Acesso em: 5 de mai. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ**. Base cartográfica digital.** Disponível em: **<** http://www2.ipece.ce.gov.br/estatistica/base/base.htm>. Acesso em: 21 de mai. 2019.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do. **Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável**: subsídios ao manejo geoambiental da sub-bacia do baixo Pacoti – CE. Dissertação (Mestrado) – Departamento de geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2003.

_____. Categorização de Uso Múltiplos dos Recursos Hídricos e Problemas Ambientais. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, p. 81-97, out. 2011.

NASCIMENTO, F. R.; CARVALHO, O. Bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão geoambiental: uma proposta metodológica. **Revista Fluminense de Geografia**, Niterói, n. 02, p. 61-82. 2003.

RAFFESTIN, C. **Por uma Geografia do Poder.** São Paulo: Editora Ática S.A., v. 29, 1993. 269 p.

SENTINEL**. Sentinel playground**. Disponível em: < https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/?source=S2&lat=40.4&lng=-3.730000000000018&zoom=12&preset=1-NATURALCOLOR&layers=B01,B02,B03&maxcc=20&gain=1.0&gamma=1.0&time=2018-12-01%7C2019-06-26&atmFilter=&showDates=false>. Acessado em: 20 de abr. 2019.

TELES, G. A.; AMORA, Z. B. A gênese do complexo portuário e industrial do Pecém – CIPP nas políticas de industrialização cearense e a dinâmica na produção do espaço metropolitano. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, Sobral-CE, v. 18, n. 1, p. 24-43, jul. 2016.

DA EXPLORAÇÃO DA AMÉRICA LATINA A DEGRADAÇÃO DO BIOMA PAMPA: RETRATOS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA SUL-RIO-GRANDENSE

PEDRO VIEIRA SAMPAIO
EDVANIA APARECIDA CORRÊA

Resumo
A história latino-americana é composta em grande medida pela exploração de seus recursos naturais, o que repercute na degradação de seus biomas. A partir destas observações, o objetivo central do presente trabalho reside em investigar a intensidade da degradação ambiental incidente sobre o bioma pampa, analisar as causas das principais ameaças atuais e averiguar possíveis alternativas de conservação do mesmo. Tomou-se como exemplo uma bacia hidrográfica sul-rio-grandense a qual foi brevemente avaliada em termos de dinâmica do uso da terra e presença de degradação dos solos. Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura, conjuntamente ao desenvolvimento de processamento e análises em ambiente SIG. Atualmente, supõe-se que mais de 44% da vegetação pampeana tenha sido suprimida, o que reflete diretamente na degradação dos solos. Quando se observa em escala local, tem-se a redução da vegetação nativa em 6% e a expansão em 12% das áreas de cultivos temporários, de 2010 a 2016. Mantendo-se a falta de planejamento de uso das terras, os férteis solos do pampa podem se tornar inférteis.

Palavras-Chave: Degradação ambiental; Alternativas de conservação; Bacia hidrográfica; SIG; Solos.

Resumen
La historia de América Latina se compone en gran parte de la explotación de sus recursos naturales, lo que repercute en la degradación de sus biomas. Con base en estas observaciones, el objetivo principal del presente trabajo es investigar la intensidad de la degradación ambiental que afecta al bioma pampa, analizar las causas de las principales amenazas actuales e investigar posibles alternativas para su conservación. Un ejemplo fue una cuenca hidrográfica en Río Grande do Sul que fue evaluada brevemente en términos de dinámica de uso de la tierra y presencia de degradación del suelo. Para ello, se llevó a cabo una revisión de la literatura, junto con el desarrollo de procesamiento y análisis en un entorno GIS. Actualmente, se asume que más del 44% de la vegetación pampeana ha sido suprimida, lo que se refleja directamente en la degradación del suelo. Cuando se observa a escala local, hay una reducción de 6% en la vegetación vegetación nativa y una expansión de 12% en las áreas de cultivos temporales, de 2010 a 2016. Manteniendo la falta de planificación del uso de la tierra, los suelos fértiles de la pampa pueden volverse infértiles.

Palabras Clave: Degradación ambiental; Alternativas de conservación; Cuenca hidrográfica; GIS; Suelos.

1. Introdução

Desde sua colonização pelos europeus, a história da América Latina é marcada pela exploração de seus recursos naturais a partir da sujeição dos mesmos a uma lógica extralocal (GALEANO, 2014).

Se, em um primeiro momento, as relações ser humano-natureza se caracterizavam por serem simbióticas, isto se transformou de modo consideravelmente abrupto após a chegada dos colonizadores. Os primeiros produtos exportados foram o ouro e a prata, depois o açúcar, o tabaco, a borracha, o cacau, o café, o petróleo, entre outros e, nos últimos anos, a soja tem se sobressaído (SANTOS, 2006; GALEANO, 2014).

Aos latino-americanos, restaram "jardins transformados em desertos, campos abandonados, montanhas esburacadas, águas estagnadas" (GALEANO, 2014, p. 5-6), além de bosques naturais destruídos e terras envenenadas. Os proveitos e os rejeitos são distribuídos de modo desigual (PORTO-GONÇALVES, 2006).

Enquanto no início da colonização a exploração era sobre os metais preciosos, posteriormente os produtos agrícolas passaram a ter cada vez mais destaque: a América Latina estaria exportando apenas produtos ou também a fertilidade de seus solos e seu equilíbrio ambiental (GALEANO, 2014)?

O fato é que a própria agricultura passou por diversas transformações ao longo do tempo (PORTO-GONÇALVES, 2006). Naquilo que Santos (2006) denomina como meio natural, a agricultura era caracterizada pela presença de diversas técnicas de conservação da natureza, como a itinerância dos locais de produção de alimentos, a rotação de terras e o pousio. Porém, com o estabelecimento de um sistema-mundo moderno-colonial e, posteriormente, de um mercado mundial calcado em uma divisão internacional do trabalho, isto se transformou bastante. Novas técnicas passaram a ser empregadas e outras a serem desenvolvidas com o apoio da ciência. Por um lado, um considerável incremento na produção. Por outro, a geração de diversos riscos ambientais, dentre os quais se destacam a erosão genética e a erosão dos solos (SANTOS, 2006; PORTO-GONÇALVES, 2006; GALEANO, 2014).

A característica histórica da economia brasileira enquanto uma economia periférica é, basicamente, as exportações de monoculturas aos centros mais desenvolvidos, "quer seja com a cana de açúcar nos séculos XVI e XVII [...], o café dos séculos XIX e XX e a soja a partir da década de 70" (ROSS, 1993, p. 1). Reforçada por esta característica econômica, a degradação ambiental brasileira foi composta por diversos matizes ao longo do tempo.

O caso do bioma Mata Atlântica é, certamente, um dos mais emblemáticos quando o assunto é a degradação ambiental na América Latina e, especialmente, no Brasil. Atualmente, apenas 12,4% da floresta nativa deste bioma permanece, em decorrência do processo pós-colonização de substituição da vegetação original por usos do solo que são mais rentáveis economicamente (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2021).

No entanto, este não é o único bioma brasileiro afetado pela implantação e manutenção desta visão economicista dos recursos naturais. Ao sul, a Mata Atlântica se limita com outro bioma que vem passando por um processo semelhante, ainda que em menor intensidade: trata-se do bioma Pampa.

Partindo-se dos aspectos observados, o objetivo central do presente trabalho reside em investigar a intensidade da degradação ambiental incidente sobre o bioma pampa, analisar as causas das principais ameaças atuais e averiguar possíveis alternativas de conservação do mesmo. Tomou-se como exemplo uma bacia hidrográfica sul-rio-grandense a qual foi brevemente avaliada em termos de dinâmica do uso da terra e presença de degradação dos solos.

2. Metodologia

Inicialmente, foram realizadas buscas bibliográficas e, após a filtragem das mesmas, efetuadas leituras acerca das temáticas da histórica exploração dos recursos naturais da América Latina, com ênfase ao Brasil, das transformações técnicas e tecnológicas que, ao longo do tempo, incidiram sobre a agricultura e, por fim, do bioma pampa.

No que diz respeito às informações sobre o alto curso da bacia hidrográfica do arroio Quilombo, o início do levantamento se deu com a delimitação da área de estudo com base em informações disponibilizadas por Hasenack; Weber (2010). Posteriormente, realizou-se a captura de imagens de satélite referentes ao ano de 2010 por meio da utilização conjunta do Google Earth e do Elshayal SmartGIS.

O processo de mapeamento do uso e cobertura da terra teve sequência através do ArcGis 10.3, sob licença do Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física (LEAGEF) – UFPel, onde os polígonos que abrangem um mesmo tipo de uso ou cobertura foram unidos manualmente e, uma vez unidos, foram categorizados de acordo com a chave de classificação adaptada do IBGE (2013) por Prestes (2018).

Depois disso, ainda no ArcGis, foi gerado um mapa de declividade em porcentagem. As classes de declividade foram baseadas na classificação estipulada pela Embrapa (1979). Como a área de estudo não possui relevo escarpado, a classe de declividade que o conforma não foi considerada no mapa.

Para a elaboração do presente trabalho foram utilizados, ainda, o mapa de solos gerado por Flach (2018) e o mapa de uso e cobertura da terra elaborado pelo LEAGEF (2018) referente ao cenário de 2016. Posteriormente, foi realizada a quantificação e a comparação das classes de uso e cobertura entre os dois cenários analisados por meio do Excel.

Por fim, foram mapeadas as feições erosivas lineares encontradas no cenário de 2010 a partir da criação de *shapefiles* do tipo linha para delinear os sulcos e as ravinas e do tipo polígono para delimitar as voçorocas (STEFANUTTO; LUPINACCI, 2019).

3. Resultados e discussão

O bioma pampa, localizado exclusivamente no estado do Rio Grande do Sul – considerando somente sua porção brasileira -, corresponde a 63% da área do mesmo e a 2,07% do território nacional. Naturalmente, as paisagens pampeanas se caracterizam pelas serras, coxilhas, morros rupestres e planícies, além dos emblemáticos e dominantes campos nativos e, em menor escala, das matas ciliares, de encosta, formações arbustivas, entre outros (MMA, 2021).

O bioma pampa se caracteriza pela ocorrência de clima subtropical úmido. Conforme a classificação de Koeppen, o tipo climático da região é Cfa - sempre úmido e com verões quentes (ROVEDDER, 2013).

Quanto aos solos gaúchos, no geral, e mais especificamente, pampeanos, a característica mais acentuada é a diversidade, decorrente da variedade de fatores relativos aos processos de formação dos mesmos. Nota-se a existência de Latossolos, Nitossolos, Luvissolos, Argissolos, Alissolos, Chernossolos, Planossolos, Cambissolos, Gleissolos, Organossolos, Plintossolos Neossolos e Vertissolos (STRECK et al, 2002).

Tais elementos abióticos favorecem uma expressiva pluralidade florística, dada a existência de cerca de 450 espécies de gramíneas, de 150 espécies de leguminosas, de 250 espécies de plantas ornamentais, além de diversas árvores frutíferas e de plantas medicinais (BARBIERI et al, 2012). Echer et al (2016) complementam que existem estudos que indicam a existência de mais de 2.200 espécies campestres.

Barbieri et al (2012) afirmam que diversas espécies vegetais exóticas são cultivadas e bem adaptadas às condições pampeanas, sendo estas transportadas por antropocoria voluntária através da colonização deste espaço por diferentes etnias. Além disso, as autoras salientam que "o uso tradicional do Bioma Pampa está associado principalmente à pecuária extensiva e à cultura de arroz irrigado, soja e integração lavoura-pecuária" (BARBIERI et al, 2012, p. 1).

Fidelis et al (2012) complementam que, em função do crescimento da população humana nas últimas décadas, emergiu a necessidade de novos espaços destinados ao cultivo de alimentos. Então, espécies exóticas e melhoradas geneticamente foram introduzidas em diversos ecossistemas por razões econômicas, contribuindo à perda da biodiversidade destes ambientes.

Diversos são os fatores que ameaçam a biodiversidade pampeana, dentre os quais se destaca a expansão das fronteiras agrícolas, derivadas do aumento da área cultivada de grãos, especialmente a soja, e de "florestas" plantadas (SILVA, 2012; ECHER et al, 2016; KUPLICH; CAPOANE; COSTA, 2018).

Kuplich, Capoane e Costa (2018) verificaram que esta tendência incide sobre todo o bioma, destacando que, entre 2000 e 2015, a área destinada à plantação de soja aumentou em 188,5%, especialmente em áreas anteriormente campestres ou cultivadas com milho. Algumas áreas campestres, no entanto, não são adequadas ao intenso uso agrícola, seja em função de aspectos climáticos ou pedológicos, o que faz com que a fronteira agrícola não se expanda sobre elas. Nestes locais, onde o preço do terreno acaba sendo menor, plantar árvores se tornou um processo lógico (SILVA, 2012).

Comparando-se os dados dos censos de 2017 com o anterior, de 2006, nota-se um aumento da ocorrência de matas naturais e plantadas, uma diminuição das pastagens naturais e aumento das plantadas, enquanto as culturas temporárias aumentaram em detrimento das permanentes (IBGE, 2017).

A tendência de supressão dos campos nativos e de ampliação de áreas agrícolas incidente sobre o bioma pampa como um todo é reafirmada em estudos de áreas menores, como é o caso do alto curso da bacia hidrográfica do arroio Quilombo, localizado na zona rural dos municípios de Pelotas e de Canguçu, conforme observado na figura 1. Pertencente à região geográfica imediata de Pelotas (IBGE, 2017), a localidade possui uma área de 53,29 km^2, o que equivale a 5.329 hectares.

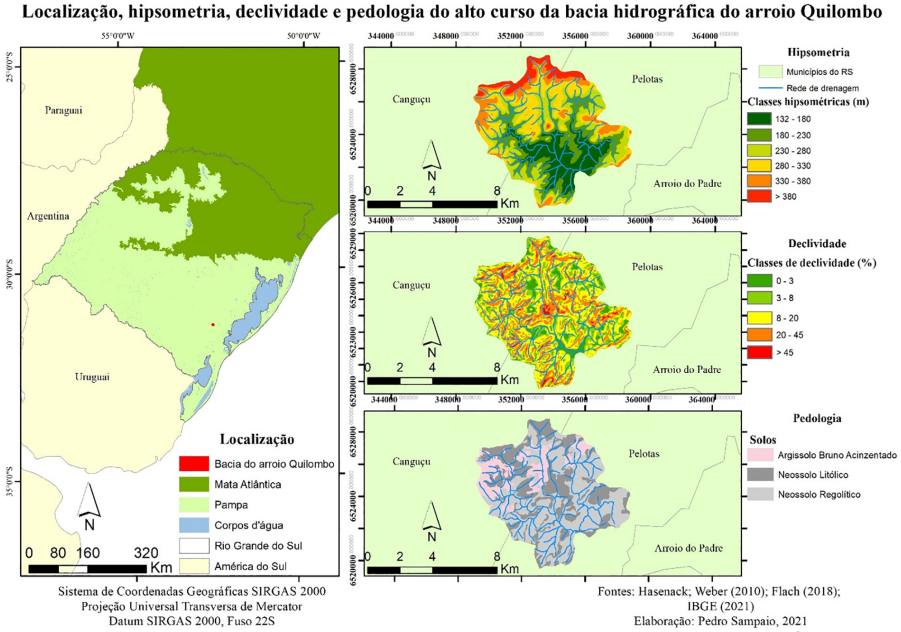


Figura 1: Localização, hipsometria, declividade e solos do alto curso da bacia hidrográfica do arroio Quilombo.

Fonte: Autoria própria.

Tanto os Neossolos quanto os Argissolos se caracterizam por sua grande susceptibilidade erosiva, em função de sua pouca espessura e da diferença de capacidade de infiltração de água entre os perfis, respectivamente (EMBRAPA, 2018). Quanto às declividades, destacam-se as ocorrências de relevos forte ondulados e ondulados dispersos por toda a área de estudo (declives variando de 8 a 45%, conforme a figura 1c), além da existência de relevos montanhosos em locais pontuais.

Sobre estas condições físico-geográficas, verificou-se um decréscimo de quase 6% na taxa de cobertura campestre, ao passo que as culturas temporárias se expandiram em cerca de 12%, entre os anos de 2010 e 2016 (figura 2).

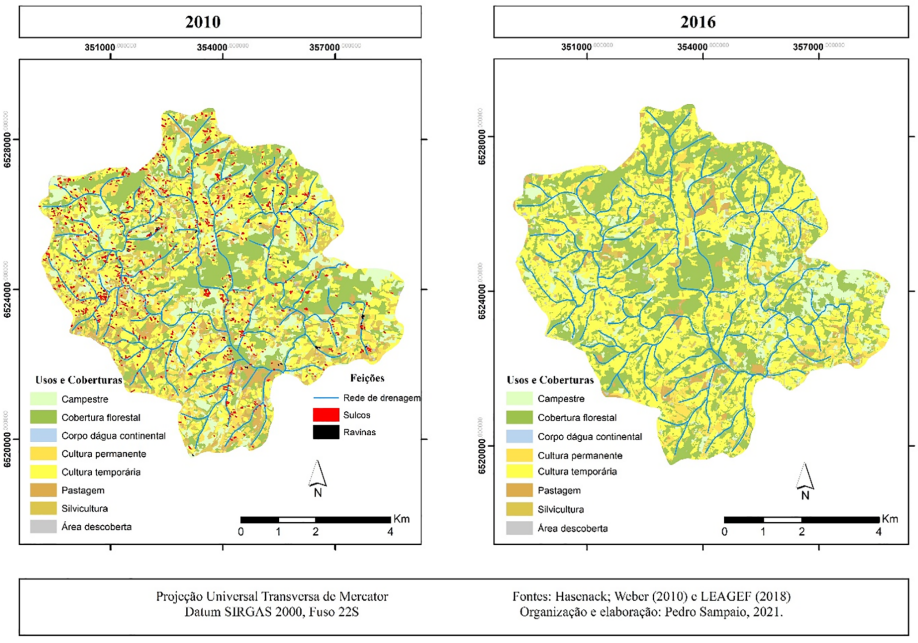


Figura 2: Cenários de cobertura e uso da terra dos anos de 2010 e de 2016, com as feições erosivas lineares referentes ao cenário de 2010.

Fonte: Autoria própria.

Conjuntamente ao milho e à soja, culturas historicamente empregadas na região, o cultivo de fumo tem sido intensificado, sendo que grande parte dos cultivos na área de estudo se dá de maneira convencional (DUTRA, 2015; PRESTES, 2018). Como consequência, feições erosivas lineares já são notáveis desde 2010 em diversos locais, conforme exposto na figura 2, fato que pode e deve ampliar a discussão acerca da degradação do bioma pampa para além da supressão da biodiversidade.

A partir do mapeamento das feições erosivas lineares foi identificada a ocorrência das mesmas em 11.146 m^2, sendo que 8.636 m^2 destes dizem respeito à presença de sulcos e 2.510 m^2 à de ravinas. Não foram encontradas voçorocas. Quanto ao comprimento destas feições, sulcos e ravinas juntos apresentaram 91.944 m.

Este processo de aumento de zonas destinadas à agricultura e à silvicultura em detrimento das áreas campestres acaba aumentando a pressão sobre os campos usados para a pecuária (KUPLICH; CAPOANE; COSTA, 2018), esta que é uma atividade tradicional no bioma e que, em condições adequadas, pode viabilizar a conservação do mesmo, aliada à geração de renda com o aproveitamento dos recursos naturais (ECHER et al, 2016).

No entanto, quando da escolha pelo plantio de espécies forrageiras exóticas, comumente

são utilizados herbicidas e algumas destas espécies, por possuírem grande potencial de alastramento, reduzem a biodiversidade campestre do bioma e a própria qualidade dos campos, o que geralmente culmina na transformação de áreas campestres em áreas agrícolas, gerando um círculo vicioso (KUPLICH; CAPOANE; COSTA, 2018).

Já as "florestas" plantadas são compostas de maneira quase exclusiva por espécies exóticas, como é o caso do eucalipto, da acácia e do pinus e, em muitos casos, compõem monoculturas florestais, as quais são responsáveis pela substituição de ecossistemas e habitats naturais e biodiversos por outros muito simplificados e empobrecidos. Assim sendo, a conservação das áreas naturais do bioma deve considerar, além do próprio local conservado, o seu entorno, o que contribuiria à preservação do ambiente e da biodiversidade, mantendo e/ou reabilitando processos ecológicos através da manutenção e/ou reabilitação dos corredores ecológicos (SILVA, 2012).

Atualmente, as exportações continuam representando um elo fundamental na economia brasileira (MAPA, 2021). Neste contexto, os principais produtos são a soja, a carne e a cana-de-açúcar, este último motivado pela grande demanda por etanol. No estado do Rio Grande do Sul, as culturas predominantes são de soja, milho, arroz, trigo e cana-de-açúcar (GALEANO, 2014; IBGE, 2017).

Além de degradação dos campos quando de sua implementação, o modelo de produção agrícola empregado, baseado na Revolução Verde, degrada também as águas – o que incide diretamente sobre a biodiversidade aquática -, a saúde humana, as condições climáticas dos locais de produção e os solos, em função do uso exagerado de herbicidas e das práticas de manejo (MOREIRA, 2000; KUPLICH; CAPOANE; COSTA, 2018). Ademais, nessa lógica de produção os tempos naturais não são respeitados, afinal, time is money (PORTO-GONÇALVES, 2006).

De acordo com estudo realizado pela FEPAM (2001) quanto à resistência dos solos gaúchos a impactos ambientais, percebe-se a maior incidência das classes de resistência baixa e muito baixa nos solos referentes a este bioma. Somado a isso, as culturas temporárias, como a soja, expõem os solos mais do que as culturas permanentes, o que pode acabar tornando suas partículas mais suscetíveis de serem transportadas e sujeitas aos diferentes tipos de erosão hídrica - principalmente na ausência de um planejamento adequado de uso das terras (LEPSCH, 2010; IBGE, 2013).

Todas estas variáveis discutidas – além de outras não abordadas - colaboram, em menor ou maior grau, aos resultados obtidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que enfatizam que, até 2016, 43,7% da vegetação nativa do bioma havia sido suprimida (GAÚCHA ZH, 2021).

Dentro desse contexto, a pecuária familiar de pequeno porte e a valorização de frutas nativas do pampa, tais como a pitanga, o butiá, o araçá e a feijoa, podem contribuir a um novo modelo de desenvolvimento rural sustentável tanto em termos socioeconômicos quanto ambientais (BARBIERI et al, 2012; PEREIRA, 2014).

A preservação dos campos nativos representa a "conservação da biodiversidade, dos serviços ecossistêmicos, das paisagens, da beleza natural, e [de] aspectos culturais e sócio-econômicos" (PILLAR, 2006 apud PEREIRA, 2014, p. 10), além de ser essencial à manutenção da qualidade de outros recursos naturais, como o solo e a água (BARBIERI et al, 2012).

O começo de qualquer tipo de mudança, porém, reside na educação ambiental. Nesse sentido, PINHEIRO et al (2018) desenvolveram um jogo de tabuleiro que pode ser aplicado do ensino fundamental ao superior cujo intuito é desenvolver o conhecimento dos alunos acerca da localização geográfica do bioma, de sua biodiversidade, bem como das ameaças à mesma. Através do jogo, então, suscita-se uma nova forma de percepção das relações sociedade-natureza.

4. Considerações finais

A partir de todos os aspectos analisados, entende-se que a atual degradação ambiental em processo no bioma pampa e, por consequência, no alto curso da bacia hidrográfica do arroio Quilombo, pode ser considerada enquanto um reflexo atual da história econômica da América Latina, iniciada com a colonização deste recorte geográfico.

Se, por um lado, as ameaças ao bioma resultam de complexas interações entre as dimensões socioeconômica, físico-ambiental e biogeográfica, as alternativas de conservação devem englobar e satisfazer estes mesmos componentes, o que pode se tornar viável, por exemplo, através da valorização da tradicional pequena pecuária familiar e de espécies nativas de frutas, em todos os casos com a manutenção dos corredores ecológicos. No entanto, o caminho para o desenvolvimento de qualquer alternativa de preservação tem seu início na educação ambiental.

Com o desenvolvimento de possibilidades realistas de conservação, acredita-se que a localização exclusiva do bioma pampa em território sul-rio-grandense pode ser um fator que facilite a aplicação das medidas potencialmente propostas por parte do poder político.

No que tange ao alto curso da bacia hidrográfica do arroio Quilombo, entende-se que as culturas temporárias, particularmente a fumicultura, têm sido cada vez mais aplicadas e, mantendo-se esse ritmo, a lógica é que os processos erosivos atuem com maior eficácia com o passar do tempo, principalmente na ausência de práticas de conservação dos solos.

A partir dos dados levantados, esta pesquisa visa contribuir à tomada de decisão de gestores e de agricultores responsáveis e inseridos pela/na área analisada. No entanto, planeja-se a continuação do levantamento de informações sobre a área de estudo, com o mapeamento das feições erosivas lineares do cenário de 2016 e com a aplicação de um modelo de perdas de solo. Sugere-se que estudos semelhantes sejam conduzidos em outras porções do pampa, a fim de verificar as condições ambientais do bioma.

Caso medidas conservacionistas não sejam adotadas, o caso do pampa pode vir a se tornar semelhante ao da mata atlântica e as terras gaúchas onde "tudo que se planta cresce", como são descritas popular e musicalmente, podem vir a se tornar inférteis.

5. Referências

BARBIERI, R. L. et al. Recursos genéticos do bioma pampa. In: **II CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS**, Belém, 2012, **Mesa Redonda 10 - Uso, Valoração e experiências exitosas com Recursos Genéticos Vegetais no Cerrado, Caatinga e Pampa**. Belém, 2012, p. 1-10.

DUTRA, É. J. da S. **A produção de fumo em perspectiva**: A tipologia dos produtores de fumo no município de Canguçu. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

CHER, R. et al. Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa, Rio Grande do Sul. **Revista Thema**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 4-13, 2016.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Súmula da x reunião técnica de levantamento de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1979.

FIDELIS, E. M. et al. Revisão BibliogrÁfica: Bioma Pampa E EspÉcies Exóticas. In: **IV SIEPE SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO**, Bagé, 2012, **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Bagé, 2012. v. 4. p. 1-1.

FLACH, C. W. **Esboço fotopedológico, análise morfológica e de degradação dos solos no alto curso da bacia hidrográfica do Arroio Quilombo**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Mapa de Classificação dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul quanto à Resistência a Impactos Ambientais**. Porto Alegre: FEPAM. 13 p. (n.publ.), 2001.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**. Nossas causas, São Paulo, 12 mar. 2021. Acessado em 11 mar. 2021. Online. Disponível em: https://www.sosma.org.br/causas/.

GALEANO, E. **As veias abertas da América Latina**. Porto Alegre: L&PM, 2014.

GAÚCHA ZH. **Pampa gaúcho sofreu desmate de 44%, aponta novo monitoramento do Inpe**. GZH Geral, Porto Alegre, 10 mar. 2021. Acessado em 10 mar. 2021. Online. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2019/06/pampa-gaucho-sofreu-desmate-de-44-aponta-novo-monitoramento-do-inpe-cjwja5enq02mw01mcq9y2e3pf.html.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões Geográficas Estado do Rio Grande do Sul**. Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias. Folha RS, 43. IBGE, 2017. 1 mapa. Escala 1:900.000.

KUPLICH, T. M.; CAPOANE, V; COSTA, L. F. F. O avanço da soja no bioma Pampa. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 31, p. 83-100, 2018.

LEAGEF, Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física, Universidade Federal de Pelotas. **Relatório interno**. Pelotas, 2018.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportação**. Internacional, Brasília, 11 mar. 2021. Acessado em 11 mar. 2021. Online. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/internacional/exportacao.

MMA. **Pampa**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 22 out. 2020. Acessado em 22 out. 2020. Online. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/pampa.html.

MOREIRA, R. J. Críticas ambientalistas à Revolução Verde. In: **XXXVII BRAZILIAN CONGRESS OF RURAL ECONOMIC AND SOCIOLOGY – SOBER**, Rio de Janeiro, 2000, Workshop n. 38. **Greening of agriculture**. Rio de Janeiro, 2000. p. 39-52.

PEREIRA, V. C. Elementos para pensar a contribuição do Desenvolvimento Rural para conservação do bioma Pampa. **Mundo agrario**, Buenos Aires, v. 15, n. 28, p. 1-26, 2014.

PESSOA, M. L. (Org.). **Clima do RS**. Atlas FEE, Porto Alegre, 2017. Acessado em 22 out. 2020, Online. Disponível em: http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/clima/.

PINHEIRO, F. De L. et al. Na trilha do pampa: um jogo para o desenvolvimento da educação

ambiental no contexto do pampa gaúcho. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade – RMS**. São Paulo, v. 8, n. 1, p. 132-142, 2018.

PORTO-GONÇALVES, C. W. A des-ordem ambiental planetária. In: HAESBAERT, R.; PORTO-GONÇALVES C. W. **A nova des-ordem mundial**. São Paulo: Editora UNESP, 2006. Cap. 5, p. 105-129.

PRESTES, V. **Erosão hídrica e uso da terra no alto curso do Arroio Quilombo por meio da Equação Universal de Perdas de Solos – EUPS**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. São Paulo: FFLCH/USP, 1993.

ROVEDDER, A. P. M. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. In: **LXIV CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA: BOTÂNICA SEMPRE VIVA [E] XXXIII ERBOT ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS MG, BA E ES**. Belo Horizonte, 2013, **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, 2013, p. 46-53.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SILVA, M. D. da. Bioma pampa, um sistema ameaçado. **Revista Floresta**, Paraná, v. 42, n. 1, p. 215-226, 2012.

STEFANUTO, E. B; LUPINACCI, C. M. Avaliação das características ambientais de ocorrências das feições erosivas lineares nos limites depressão-cuesta - Analândia (SP). In: **Revista Caminhos de Geografia** v. 20, n. 70. Uberlândia, 2019. p. 367-384.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002.

DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COTIA USANDO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

BRUNO PEREIRA TONIOLO
DARLLAN COLLINS DA CUNHA E SILVA
ROBERTO WAGNER LOURENÇO

Resumo
A delimitação de bacias hidrográficas é vital por esta ser a unidade territorial para gestão dos recursos hídricos. Assim, este trabalho teve o objetivo de delimitar áreas de contribuição (ACs) da Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (São Paulo) em função de cinco postos de monitoramento da qualidade da água. Foi usado o modelo digital de elevação (MDE) Alos-Palsar com auxílio de geoprocessamento. Os resultados apontam que as ACs delimitadas possuem diferenças físicas entre si e que a compartimentação de uma bacia oferece melhor detalhamento na análise espacial, servindo como subsídio para o planejamento territorial.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica; Delimitação automática; Geoprocessamento; Recursos hídricos.

Abstract
The delimitation of hydrographic basins is vital because this is the territorial unit for the management of water resources. Thus, this work aimed to delimit contribution areas (CAs) of the Rio Cotia River Basin (São Paulo) in function of five water quality monitoring posts. The digital elevation model (DEM) Alos-Palsar was used with the aid of geoprocessing. The results show that the delimited ACs have physical differences between them and that the compartmentalization of a basin offers better details in the spatial analysis, serving as a subsidy for territorial planning.

Keywords: Watershed; Automatic delimitation; Geoprocessing; Water resources.

1. Introdução

Os recursos naturais e o sistema físico estão em constante modificação devido às atividades antrópicas e à evolução natural, e estas mudanças podem impactar de forma negativa na sociedade e no meio ambiente. Desta forma, a análise integrada de dados espaciais pode contribuir de forma significativa na identificação dos diferentes tipos de degradação resultante dessas modificações (SIMONETTI *et al.*, 2019).

Segundo Targa et al. (2012), bacia hidrográfica é definida como um grupo de terras delimitadas por divisores topográficos, possuindo uma malha de drenagem que faz o escoamento da água para um só ponto chamado exutório, sendo que o sistema de drenagem é composto de nascentes para córregos perenes, olhos de água para córregos intermitentes, denominados de afluentes e subafluentes.

Até o final dos anos 90, antes da popularização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) em ambientes acadêmicos e corporativos, a delimitação das bacias era feita de forma manual, sobre uma planta cartográfica impressa em papel. Este processo é moroso, exigindo experiência e atenção do analista, uma vez que implica certa subjetividade (VIEIRA *et al.*, 2005).

Neste sentido, a divisão de uma bacia hidrográfica em sub-bacias, de forma automatizada com uso de um modelo digital de elevação (MDE), agiliza a delimitação, exclui o fator subjetivo e ainda possibilita a contextualização de dificuldades difusas, devido à aproximação da escala gráfica, facilitando o reconhecimento dos pontos degradantes dos recursos naturais e o comprometimento da aptidão sustentável do uso da terra (PACHECO, 2013).

Deste modo, este trabalho teve como objetivo fazer a delimitação automática de áreas de contribuição (ACs) em função de postos de monitoramento da qualidade água ao longo do Rio Cotia (SP), usando dados altimétricos de satélite integrados com técnicas de geoprocessamento.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi selecionada a Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC), a qual está situada à oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), contemplando os municípios de Barueri (2,80%), Carapicuíba (6,92%), Cotia (79,32%), Embu das Artes (7,01%), Jandira (2,81%) e Vargem Grande Paulista (1,15%). Possui uma área de 251,36 km^2, sendo dividida em duas regiões com características específicas em relação às suas diferenças físicas e de situação de preservação do meio ambiente: Baixo Cotia e Alto Cotia (Figura 1) (SABESP, 2019).

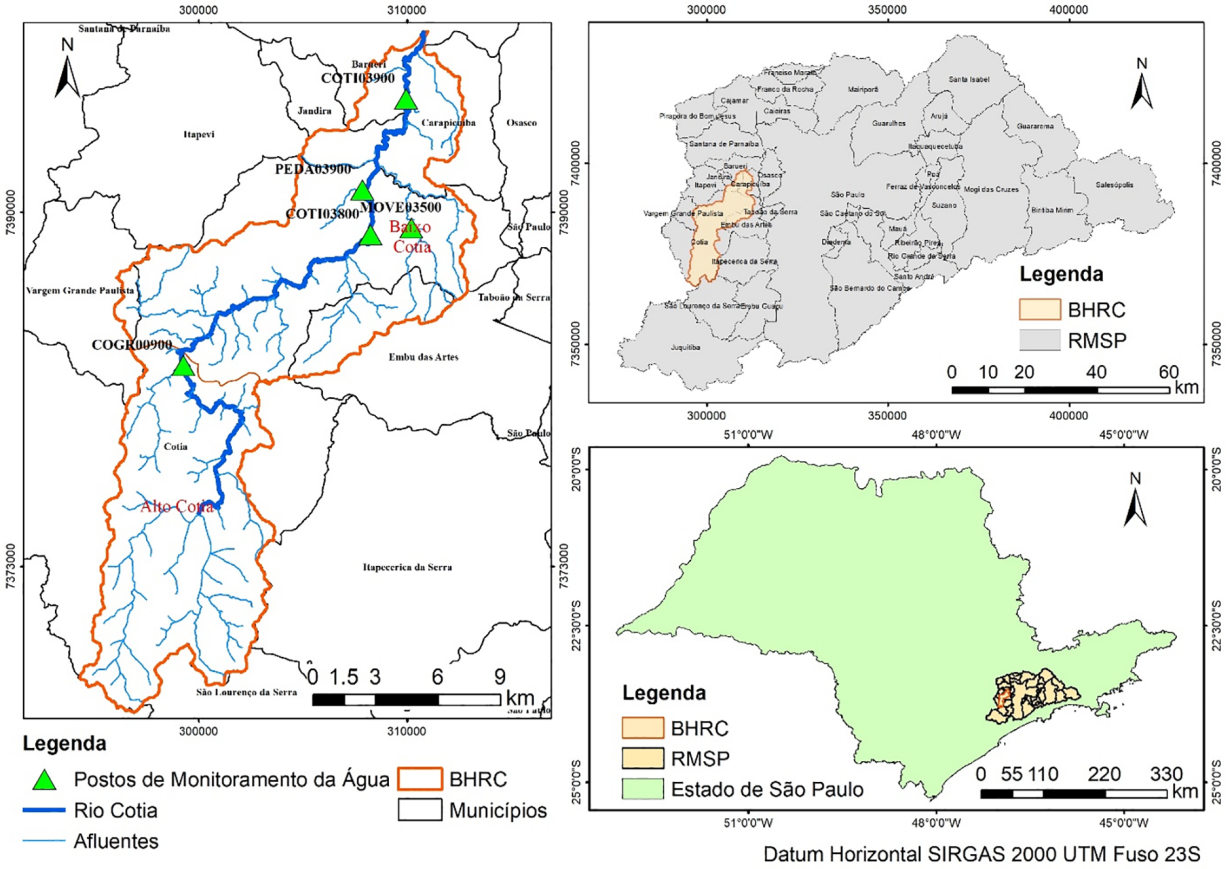


Figura 1: Mapa de localização da BHRC.

Fonte: Autoria própria.

O Baixo Cotia apresenta um cenário altamente urbanizado, com córregos constantemente contaminados e assoreados, decorrentes de ocupação não planejada, falta de estrutura de saneamento básico e presença de atividades industriais, o que acaba comprometendo a qualidade da água tratada (SÃO PAULO, 2007).

Segundo Metzger et al. (2006), o Alto Cotia sofre pouca pressão antrópica por possuir a Reserva Florestal do Morro Grande que é um dos maiores remanescentes florestais do Planalto Atlântico Paulista, porém o local já conviveu com forte desmatamento para a expansão da malha urbana e agricultura, e mais antigamente para exploração de carvão e lenha. Na Reserva do Morro Grande estão localizadas as cabeceiras do Rio Cotia, as Represas Pedro Beicht e Cachoeira da Graça, e desde 1916 o Sistema Produtor do Alto Cotia, operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), que fornece água para mais de 500 mil moradores da RMSP.

Conforme a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2020), a população residente da BHRC era de aproximadamente 495 mil habitantes para o ano de 2019, 445 mil habitantes para o ano de 2011 e 390 mil habitantes para o ano de 2002, apresentando uma taxa de crescimento populacional aproximada de 12% para ambos períodos.

A área de estudo situa-se num clima subtropical úmido denominado Cwa, com verões quentes e invernos secos, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, sendo que a temperatura média no inverno é de 16º C, enquanto no verão a temperatura média é de 22º C. A precipitação pluviométrica média anual da BHRC apresenta variação de 1380 a 1730 mm, com maior intensidade à montante da bacia (DAEE, 2020). Referente aos pontos de destaque, a bacia é cortada pela Rodovia Raposo Tavares (SP-270) ao norte e próximo do exutório da bacia está localizada a Estação

de Tratamento de Esgoto (ETE) Barueri no Rio Tietê, próxima da Rodovia Castelo Branco (SP-280).

2.2 Delimitação das Áreas de Contribuição

A hidrografia da BHRC foi obtida a partir da vetorização manual das cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC, 1979) na escala 1:10.000, dividida entre rios perenes e intermitentes, sendo que estas cartas foram obtidas do repositório virtual DataGeo (2019), com auxílio do software AutoCAD, posteriormente convertido para formato vetorial. Teve-se o cuidado de desenhar os corpos hídricos no sentido de montante à jusante, a simular o fluxo da água fluvial.

O modelo digital de elevação (MDE) usado para a delimitação automática das áreas de contribuição (AC's) da BHRC foi o Alos-Palsar (ASF, 2019) com resolução espacial de 12,5 metros, sendo que as etapas a seguir foram feitas no software ArcGIS 10.5. Os planos de informação (PI) foram gravados em um banco de dados geográficos com datum horizontal SIRGAS 2000 e projeção cartográfica de Universal Transversa de Mercator (UTM) 23S.

A primeira etapa foi elaborar o modelo digital hidrologicamente consistente (MDEHC) que é a eliminação das depressões espúrias do MDE, pois, conforme Vieira, *et al.* (2005), esses vazios impedem ou alteram o escoamento superficial, prejudicando a delimitação das AC's.

A segunda etapa consistiu na geração do PI que continha a direção do fluxo da água por meio do comando Flow Direction, sendo que para este comando cada pixel do raster foi envolvido por oito pixels vizinhos, de forma que a inclinação de cada um destes pixels circundantes é calculada pela diferença de altitude entre o pixel vizinho e o pixel centralizado (OLIVEIRA et al., 2007).

Na terceira etapa foi elaborado PI do fluxo acumulado a partir da direção do escoamento superficial pelo comando Flow Accumulation. Entretanto o fluxo acumulado precisou ser retificado algumas vezes até a rede de drenagem ter uma densidade próxima com a densidade da hidrografia da BHRC – a considerar os rios perenes e os rios intermitentes (IGC, 1979) –, através de comparação visual. Esta retificação se fez testando vários limiares de fluxo acumulado por número de pixels, através do comando de condicionante Con, baseando-se em um intervalo de 50 a 700.

A quarta etapa foi a extração automática da rede de drenagem a partir do limiar definido do fluxo acumulado da água. A extração foi feita pelo comando Stream Order, o qual se baseia na ordenação hídrica proposta pelo método de Strahler (1989), no qual os cursos de água sem tributários é estipulada a ordem "1", ou primeira ordem, sendo que os corpos hídricos de segunda ordem se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem; os canais de água de terceira ordem se originam da convergência de dois curso de água de segunda ordem, podendo desembocar tributários de segunda e primeira ordens, e assim por diante (ELESBON et al., 2011). Depois a rede de drenagem ordenada foi convertida de formato matricial para formato vetorial.

A quinta etapa foi a delimitação das AC's, propriamente dita, por meio do comando Basin, considerando como ponto de exutório para cada sub bacia, os cinco posto de monitoramento de água dentro da BHRC, sendo que os postos precisaram ser deslocados exatamente sobre a posição mais a jusante da rede de drenagem para que o comando fosse executado corretamente. Depois as AC's também foram convertidas para o formato vetorial e recortadas separadamente.

3. Resultados e Discussão

A amplitude altimétrica é a diferença entre a foz do rio e a maior altitude situada na bacia hidrográfica. Pelo MDE, a BHRC possui uma altitude mínima de 715 m e uma altitude máxima de 1088 m, resultando numa amplitude altimétrica de 373 m e uma altitude média de 901,5 m

com um desvio padrão de 39,9 m. Esta amplitude sugere uma declividade heterogênea na bacia que associada à impermeabilização contínua do solo, diminui a probabilidade de enchentes e de processos erosivos (TARGA *et al.*, 2012; SOUZA, 2015).

O Rio Cotia, cuja ordem hídrica é de sexta segundo Strahler (1989), apresenta um comprimento de 35,74 km no sentido sudoeste até o exutório. Ressalta-se que o algoritmo utilizado do software para extração de drenagem não faz a diferenciação se os córregos são perenes ou intermitentes.

A Figura 2a mostra o mapa da rede de drenagem da BHRC extraída automaticamente do fluxo acumulado da água, assim como as áreas de contribuição delimitadas em função dos postos de monitoramento. Já Figura 2b apresenta o mapa de direção do fluxo de drenagem.

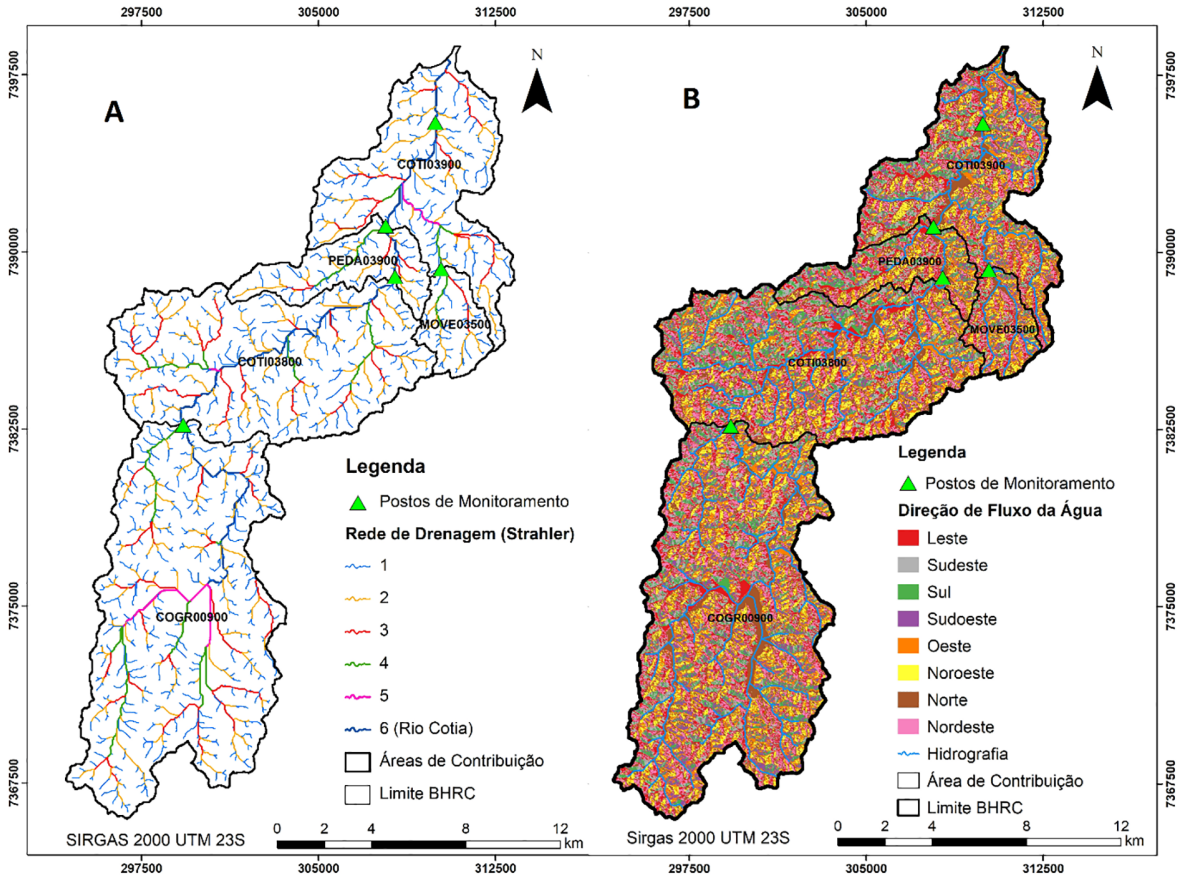


Figura 2: Mapa da rede de drenagem (a) e Mapa de direção do fluxo da água.

Fonte: Autoria própria.

Analisando a Figura 2a, o total de canais de drenagem é de 1.895 unidades, sendo que a soma do comprimento destes canais é aproximadamente 652 km. Os cursos d'água de primeira ordem apresentam 319,6 km de extensão, os rios de segunda ordem apresentam 158,6 km de extensão, os canais de terceira ordem apresentam 84,8 km de comprimento, os rios de quarta ordem apresentam 42,2 km de comprimento e os canais de quinta ordem apresentam uma dimensão de 10,9 km. Foram identificadas também 1024 nascentes / olhos d'água para a BHRC, sendo 190 na AC COTI03900, 68 na AC PEDA03900, 44 na AC MOVE03500, 304 na AC COTI03800 e 418 na AC COGR00900.

As Figuras 2a e 2b mostram que o alto curso da bacia corresponde ao posto COGR00900, equivalente a Reserva Florestal do Morro Grande e ao limite administrativo Alto Cotia, e o baixo curso são os postos COTI03800, MOVE03500, PEDA03900 e COTI03900, os quais estão dentro do

Baixo Cotia.

Todos pontos de monitoramento ficaram exatamente na foz de suas respectivas áreas de contribuição, exceto a AC COTI03900 que não está, porque a ela foi agrupada a área que compreende entre a jusante do posto COTI03900 até o exutório da BHRC com uma área de 12,93 km². Esta escolha foi feita devido à ausência de um posto de monitoramento bem no exutório da Bacia Hidrográfica do Rio Cotia e pelo posto COTI03900 ser o mais próximo, com uma distância aproximada de 2,7 km. Segundo o Fomento Estadual de Saneamento Básico (FESB, 1971), existiu um posto de monitoramento a 200 m da foz da BHRC, porém ele foi desativado em janeiro de 1971.

Nota-se que as AC's possuem distinções físicas entre si, como a densidade de drenagem, quantidade de canais, declividade, precipitação e cobertura vegetal, por exemplo. Estas diferenças podem causar efeitos diversos à paisagem quando associadas ao uso e ocupação do solo como, por exemplo, áreas mais íngremes sobre um solo impermeabilizado aumentam o deflúvio, o qual por sua vez produz e transporta mais sedimentos, contribuindo com processos erosivos, assoreamento e poluição nos córregos (PACHECO, 2013; SIMONETTI et al., 2019).

Outros autores usaram o recurso de compartimentação de uma bacia hidrográfica para melhor detalhar suas propriedades, como Libos (2008) que dividiu a bacia do Rio Ratones (Santa Catarina) em 7 AC's em função de postos de coleta para o cálculo do Índice da Qualidade da Água (IQA). Este autor constatou que as AC's com predominância de urbanização e atividades agropecuárias apresentaram os valores de IQA mais baixos em comparação com as AC's com maioria de vegetação nativa. Já Souza (2015) fragmentou a bacia do Rio Vermelho (Mato Grosso) também em AC's e notou que três delas apresentaram semelhança espacial devido à presença de teores elevados de fósforo total, sólidos totais e sulfato, indicando alteração da qualidade dos cursos d'água por causa da predominância de culturas temporárias e áreas de pastagem. Por fim, Ferreira (2009) delimitou a bacia hidrográfica do Tibagi (Paraná) em 11 AC's, fazendo uma análise temporal do IQA. Este autor percebeu uma variação expressiva da qualidade da água ao longo do tempo, a notar uma tendência de distribuição do IQA: melhor qualidade na parte superior da bacia e pior na região inferior. Nesta bacia o IQA médio ficou classificado como Bom para todo o período analisado.

A Tabela 1 apresenta alguns parâmetros morfométricos separados por posto de monitoramento e também da bacia hidrográfica como um todo, sendo que os valores desta tabela foram obtidos a partir da extração da rede drenagem, conforme mostrado na Figura 2.

Tabela 1: Parâmetros morfométricos

Características	Un.	COTI 03900	PEDA 03900	MOVE 03500	COTI 03800	COGR 00900	BHRC
Área da bacia (A)	km²	47,50	16,56	10,09	73,06	104,16	251,37
Perímetro (P)	km	55,38	28,66	16,52	51,01	72,35	141,97
Comprimento do Rio Principal	km	8,84	2,62	2,91	13,83	10,45	35,74
Comprimento dos Cursos de Água	km	127,09	42,57	27,80	191,42	262,97	651,86
Quantidade de Cursos de Água	-	356	126	86	562	765	1.895
Comprimento da Bacia (L)	km	12,90	7,50	4,80	12,90	16,90	35,70

Fonte: Autoria própria.

Para a delimitação das AC's utilizou-se o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC), o qual apresentou algumas diferenças em relação ao MDE por meio da ferramenta *Sink* do programa ArcGIS 10.5, identificando 1.162 depressões espúrias (fossos) na BHRC, situadas a uma altitude de 742 m a 1042 m e declividade de 0% a 37% aproximadamente. Estes fossos são mais frequentes em declividades de 4% a 14%, isto é, relevo suavemente ondulado e ondulado.

Analisando a Figura 2b, é possível verificar que a orientação predominante é a oeste e a orientação menos frequente é à leste. O mesmo sentido oeste vale paras as AC's, exceto para o PEDA03900 e o MOVE03500 que é a orientação noroeste. Sobre os açudes presentes na bacia, a direção predominante é a norte como, por exemplo, a porção de cor marrom situada na AC COGR00900, que corresponde à Represa Pedro Beicht.

Segundo Oliveira et al. (2007), a direção do fluxo é importante para a modelagem hidrológica, pois permite simular o caminho da água e materiais transportados como contaminantes, sedimentos e nutrientes, além de refletir na qualidade de seus produtos derivados como, por exemplo, AC, índice topográfico e rede de drenagem que dependem exclusivamente da remoção das depressões espúrias contidas no MDE.

A Tabela 2 apresenta quantificação das células com as orientações do fluxo da água para a BHRC.

Tabela 2: Quantidade de pixels de direção de fluxo de água.

Valor do Pixel	Orientação Cardeal	Quantidade de Células					
		COTI 03900	PEDA 03900	COTI 03800	MOVE 03500	COGR 00900	BHRC
1	Leste	3.746	1.074	5.061	693	8.018	18.592
2	Sudeste	3.925	1.362	6.204	684	8.501	20.676
4	Sul	4.504	1.387	6.111	796	9.466	22.264
8	Sudoeste	4.295	1.417	6.454	851	9.796	22.813
16	Oeste	5.696	1.679	7.508	1056	12.357	28.296
32	Noroeste	5.125	1.687	6.938	1214	11.544	26.508
64	Norte	4.368	1.338	6.004	888	9.507	22.105
128	Nordeste	5.403	1.628	6.941	1073	11.111	26.156
Total		**37.062**	**11.572**	**51.221**	**7.255**	**80.300**	**187.410**

Fonte: Autoria própria.

Segundo Vieira *et al.* (2005), o fluxo acumulado tem a função de representar a contribuição do escoamento superficial dos pixels adjacentes que formarão a rede de drenagem a ser extraída. É necessário estabelecer um número mínimo de células (limiar) para geração de fluxo, do contrário o algoritmo computacional extrairá a rede de drenagem mais densa possível.

No caso da BHRC, o limiar adotado foi o de maior ou igual a 400 pixels entre os valores testados (50 a 700), devido este ser o que mais se aproxima visualmente da hidrografia vetorizada pelo IGC (1979), em especial nas regiões de cabeceiras e nas partes inferiores das vertentes do relevo, onde surgem os principais rios da bacia. Assim, a sub bacia de qualquer curso d'água extraído da BHRC tem um tamanho mínimo de 6,25 hectares, que corresponde ao produto da área de um pixel (156,25 m^2) pelo limiar de 400 pixels.

A correspondência gráfica do fluxo acumulado com uma hidrografia de referência diminui a subjetividade do método empírico para se encontrar o limiar ideal, sendo que o limite do fluxo

acumulado é inversamente proporcional a densidade de drenagem de uma bacia. Segundo Souza (2015) a comparação visual fornece resultados aceitáveis quando baseada em parâmetros morfométricos e imagens de alta resolução.

A rede de drenagem, após ser extraída do fluxo acumulado, precisou ser retificada (edição manual) devido à presença das seguintes incongruências: geração de canais em locais com drenagem inexistente fisicamente, geração de excesso de canais em áreas planas e ocorrência de drenagem retilínea e paralela também em regiões planas, conforme processo realizado por Morais e Sales (2016) em seus estudos.

Ressalta-se que a foz do Rio Cotia mudou de lugar devido à canalização de um trecho dele entre os anos 1980 e 1990. Onde hoje é atualmente o exutório da BHRC (E=310.811 m e N=7.398.715 m), antes era mais a jusante do Rio Tietê (E=310.023 m e N=7.399.298), sendo que o Rio Barueri-Mirim era afluente do Rio Cotia também antes de sua retificação, conforme apresenta a Figura 3 (São Paulo, 2007; DataGeo, 2019).

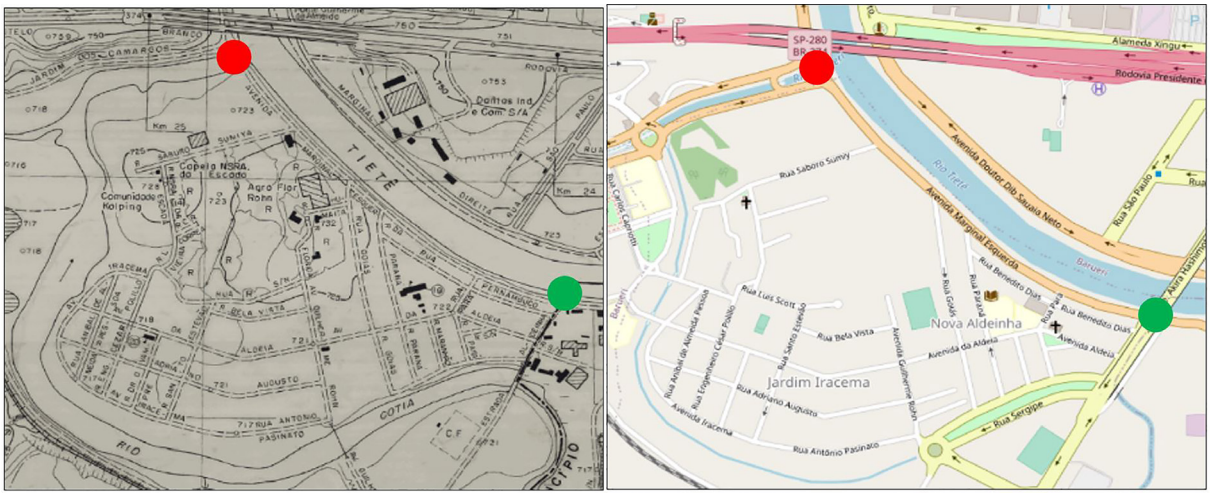


Figura 3: Mudança da foz do Rio Cotia entre década de 80 e 90 para atualmente.

Legenda: ponto vermelho era a foz antiga e ponto verde é a foz atual.

Fonte: Adaptado de São Paulo (2007) e DataGeo (2019).

Desta forma, presume-se que o formato da bacia mudou devido a esta intervenção antrópica, o que corrobora para a utilização de modelos digitais de elevação provenientes de imageamento de satélite em comparação ao modelo disponibilizado pelo IGC.

4. Considerações Finais

A metodologia usada se mostra de fácil aplicação, podendo ser replicada em estudos de outras bacias hidrográficas. A extração automática de rede de drenagem pelo MDE Alos Palsar exibe precisão adequada com a hidrografia do IGC. A gratuidade e acurácia dos dados espaciais também servem como subsídio à gestão dos recursos hídricos.

Os parâmetros morfométricos indicaram que a BHRC é de sexta ordem, indicando baixa probabilidade de processos erosivos mais críticos, como as voçorocas. A estruturação aponta que a BHRC tem formato alongado o que favorece o escoamento superficial. Assim em condições de precipitação regular, esta bacia apresenta baixa vulnerabilidade a enchentes, assim como suas AC's.

6. Referências

ALASKA SATELLITE FACILITY (ASF). **Vertex is the Alaska Satellite Facility's data portal for remotely sensed imagery of the Earth**, 2019. NASA. Disponível em: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>. Acessado em 26 jul. 2019.

DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Hidrologia – Banco de Dados Hidrológicos**, 2020. Disponível em < http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/>. Acessado em 05 fev. 2020.

DATAGEO. SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA. 2019. Disponível em < http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/#>. Acessado em 28 nov. 2019.

ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; OLIVEIRA, I. C. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus – Brasil. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 64, p. 284, 2011.

FERREIRA, J. H. D. **Relação entre a qualidade da água e a transformação do uso do solo da bacia hidrográfica do Tibagi**. Dissertação de Mestrado, 89 f. Universidade Estadual de Maringá, 2009.

FESB. FOMENTO ESTADUAL DE SANEAMENTOBÁSICO. **Relatório Convênio COMASP/FESB – Bacia do Rio Cotia**. 41 f. São Paulo, 1971.

IGC. INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. **Carta topográfica**. Serviço Gráfico do IGC, 1979. Escala 1:10.000.

LIBOS, N. M. C. **Distribuição Espacial do Índice de Qualidade da Água e a Relação com Uso e Ocupação do Solo**. Trabalho de Conclusão de Curso, 79 f. Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2008.

METZGER, J. P.; ALVES, L. F.; GOULART, W.; TEIXEIRA, A. M. G.; SIMÕES, S. J. C.; CATHARINO, E. L. M. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotrop**. Campinas, v. 6, n. 2, 2006.

MORAIS, R. C. S.; SALES, M. C. L. Extração automática de drenagem: uma análise comparativa a partir de diferentes ferramentas e bases de dados. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 6, p. 1849-1860, 2016.

OLIVEIRA, S. N.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; SILVA, T. M.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F.; SILVA, N. C. Delimitação automática de bacias de drenagens e análise multivariada de atributos morfométricos usando modelo digital de elevação hidrologicamente corrigido. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 8, n. 1, p. 11, 2007.

PACHECO, J. B. **Uso e ocupação da terra e a sustentabilidade ambiental da dinâmica fluvial das microbacias hidrográficas Zé Açu e Tracajá na Amazônia Ocidental**. 210 f. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2013.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Servidor do Cadastro Oeste. **Mapas temáticos da Unidade Oeste – MO Sabesp**. São Paulo, 2019. 10 mapas: 118,9 x 84,1 cm. Escala: 1:20.000.

SÃO PAULO (Estado). **Relatório nº 88 219-205 – Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Rio Cotia: Caracterização Regional**. Drenatec Engenharia S/C ltda & Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. São Paulo, 2007.

SEADE. FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Perfil dos Municípios Paulistas**, 2020. Disponível em <https://perfil.seade.gov.br/>. Acessado em 05 fev. 2020.

SIMONETTI, V. C.; FRASCARELI, D.; GONTIJO, E. S. J.; MELO, D. S.; FRIESE, K.; SILVA, D. C. C.; ROSA, A. H. Water quality indices as a tool for evaluating water quality and effects of land use in a tropical catchment. **International Journal of River Basin Management**, v. 17, p. 1-34, 2019.

SOUZA, A. V. V. **Avaliação da influência dos usos e ocupação do solo na qualidade da água do Rio Vermelho no sudeste de Mato Grosso**. Dissertação de Mestrado, 82 f. Universidade Federal de Mato Grosso, MT, 2015.

STRAHLER, A. N. Geografía Física. Barcelona, **Ediciones Omega**, 1989. 636 p.

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. N.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n. 2, p. 120-142, 2012.

VIEIRA, E. M.; ALMEIDA, F. T.; ALVES, M. G.; **Uso do MDT e Bacias de contribuição (Watershed) na seleção de pontos para o monitoramento da contaminação agrícola**. São José dos Campos: INPE, 2005. 3427-3432 p.; Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col /ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.22.05/doc/3427.pdf>. Acessado em 23 nov. 2019.

GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS: REFLEXÃO SOBRE A NECESSIDADE DE INTEGRAÇÃO DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA COM AS POLÍTICAS DE ORDENAMENTO DO SOLO

ROSIANE GONÇALVES BARRETO
LUCAS SANTANA CARDOSO
ISAQUE DOS SANTOS SOUSA

Resumo
Em razão do aumento da ocupação não planejada, as cidades apresentam vários problemas que impactam negativamente a qualidade de vida da população, dentre os quais os que envolvem a escassez e a degradação da qualidade das águas urbanas inviabilizando os seus múltiplos usos. Nesse contexto, o planejamento e gestão das águas deve ser uma prioridade e fazer parte do planejamento do desenvolvimento urbano. Dessa forma, considerando que as cidades estão inseridas dentro do contexto de alguma bacia hidrográfica é necessário compreender a importância do Plano de Bacia Hidrográfica e a sua integração ao planejamento do ordenamento do solo para a gestão das águas no território urbano integrando-a a outros instrumentos de gestão. O presente trabalho discute a relevância do Plano de Bacia Hidrográfica como subsídio à gestão das águas urbanas, e como as políticas relacionadas ao planejamento do território urbano podem articular as ações propostas no Plano. O resultado da abordagem reafirma como principal desafio para a gestão das águas nas áreas urbanas a articulação efetiva entre políticas de meio ambiente, uso e ocupação do solo e de recursos hídricos, o que só acontecerá se os agentes responsáveis para essa efetivação decidirem promovê-la.

Palavras-Chave: bacia hidrográfica; cidades; articulação.

Abstract
Due to the increase of unplanned occupation, the cities present several problems that negatively impact the quality of life of the population, among which those that involve the scarcity and degradation of urban water quality making their multiple uses unfeasible. In this context, water planning and management must be a priority and be part of urban development planning. Thus, considering that cities are inserted within the context of some watersheds, it is necessary to understand the importance of the Watershed Plan and its integration into land use planning for the management of waters in the urban territory, integrating it with other management instruments. The present work discusses the relevance of the Watershed Plan as a subsidy to urban water management, and how policies related to urban land planning can articulate the actions proposed in the Plan. The result of the approach reaffirms as the main challenge for water management in urban areas the effective articulation between environmental policies, land use and occupation and water resources, which will only happen if the agents responsible for this effectiveness decide to promote it.

Keywords: watershed; cities; articulation.

1. Introdução

Ao longo das últimas décadas, a população brasileira tem se concentrado em áreas urbanas promovendo grande pressão sobre o ambiente ocupado pelo processo de urbanização. Em razão da ocupação, em grande parte não planejada, as cidades apresentam infraestrutura limitada e acabam tornando-se espaços com vários problemas que impactam negativamente a qualidade de vida da população, dentre os quais, cabe destacar, os que envolvem a escassez e a degradação da qualidade das águas urbanas inviabilizando os múltiplos usos (ALVIM *et al.*, 2008; MENDONÇA e LEITÃO, 2008; TUCCI[1], 2008).

De acordo com Tucci[2](2008), as águas urbanas estão associadas ao sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, a gestão dos resíduos sólidos, e propiciariam a promoção da saúde e conservação ambiental. No entanto, considerando que, no Brasil, a gestão das cidades, até então, se baseia em afastar os problemas para mais distante da cidade e que, com a urbanização cada vez mais crescente, as cidades estão cada vez mais próximas umas das outras, problemas relacionados à poluição dos rios, seja pelo lançamento direto de efluentes seja por contaminação difusa e via redes de drenagem pluviais ou descartes de resíduos sólidos, impactam fortemente na saúde da população, nas inundações frequentes, na perda de meio ambiente rico e diversificado em muitas regiões (TUCCI[2], 2008). Assim, as águas urbanas tornam-se um problema ao invés de servirem como suporte para ampliar a sensação de bem estar, melhoria ambiental, apoio às atividades econômicas e lazer da população urbana.

Nesse contexto, o planejamento e gestão das águas deve ser uma prioridade e fazer parte do planejamento do desenvolvimento urbano. Considerando os aspectos relacionados aos recursos hídricos, um dos documentos norteadores para subsidiar a sua gestão é o Plano de Bacia Hidrográfica, instrumento instituído pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n°9433/1997) para fundamentar e orientar a implementação da própria lei e promover o gerenciamento dos recursos hídricos materializando os anseios e as necessidades de uma dada bacia (PERES; SILVA; 2010).

Dessa forma, considerando que as cidades estão inseridas dentro do contexto de alguma bacia hidrográfica é necessário compreender a importância do Plano de Bacia Hidrográfica e a sua integração ao planejamento do ordenamento do solo para a gestão das águas no território urbano integrando-a outros instrumentos de gestão. O presente trabalho pretende discutir a relevância do Plano de Bacia Hidrográfica como subsídio à gestão das águas urbanas, e como as políticas relacionadas ao planejamento do território urbano podem articular as ações propostas no Plano de forma a propiciar os usos múltiplos das águas dos rios das cidades.

2. Metodologia

A construção da proposta baseou-se na abordagem que diversos autores já expuseram acerca do tema proposto. Nessa perspectiva, a seguir estão apresentados tópicos com essas interações entre os autores e o tema em destaque, gestão das águas urbanas.

2.1 A bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento dos recursos hídricos e os desafios para a efetiva implementação do Plano de Bacia

Dentre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n° 9.433/1997), destaca-se a elaboração de Planos de Recursos Hídricos, definidos como planos diretores de longo prazo, onde se situam os Planos de Bacias Hidrográficas a serem elaborados pelos Comitês de Bacia Hidrográfica (BRASIL, 1997).

A gestão dos recursos hídricos precisa contemplar um planejamento que envolva dentro do contexto da bacia hidrográfica, unidade de referência para o planejamento, a integração entre os fatores que se relacionam e impactam sobre esses recursos. Sobre esse assunto, Alvim *et al.* (2008) destacam que, no planejamento e na gestão de uma bacia hidrográfica, entendida enquanto um território complexo, deve-se estabelecer relações equilibradas entre os diversos componentes desse território, entre eles a sociedade, o desenvolvimento econômico e o meio ambiente, e sobretudo os limites político-administrativos, pois esses são bases das políticas territoriais que devem ser articuladas.

No entendimento de Peres e Silva (2013), a bacia hidrográfica exerce uma influência sobre os usos do solo, por abranger os municípios em seu território, mas cuja gestão excede naturalmente as fronteiras político-administrativas e, consequentemente, gerando conflitos de objetivos entre as unidades territoriais regional e municipal.

Sobre essa questão da adoção territorial da bacia hidrográfica como espaço de planejamento e gestão dos recursos hídricos, Dourojeanni (1993) apud Alvim *et al.* (2008) afirma que incorporam-se práticas de decisão compartilhadas por do meio comitê de bacia, que se configura como um ente responsável por coordenar as diversas autoridades públicas e privadas que atuam no território em prol da melhoria de sua qualidade hídrica, ambiental e socioeconômica.

Nesse sentido, embora o comitê da bacia hidrográfica atue como fórum de gestão das águas e tenha um papel relevante na operacionalização e concepção da gestão integrada, a efetividade de suas ações em função da promoção de um desenvolvimento sustentável daquele território depende de uma articulação efetiva com outras políticas que ali incidem, portanto, de um processo negociado entre instâncias de governo, setores institucionais e atores que determinam conflitos e interfaces múltiplas (ALVIM *et al.*, 2008).

Assim, dada a complexidade e diversidade de condições dentro de uma mesma bacia hidrográfica, um diagnóstico que seja capaz de caracterizar e identificar as potencialidades e dificuldades dentro do território é essencial. Nesse sentido, identificar os cursos d'água que formam a bacia hidrográfica é básico, pois os mesmos desempenham papéis fundamentais à manutenção da vida e desenvolvimentos das diversas atividades humanas locais (ALVIM *et al,* 2008). Essa identificação, tanto dos corpos hídricos quanto das atividades econômicas e sociais desenvolvidas no âmbito do território de uma bacia, possibilita o levantamento da oferta e demandas pelos recursos hídricos, e os impactos associados aos diversos usos da água e a ocupação da bacia.

Sobre a questão da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão das águas, Peres e Silva (2010) avaliam:

> A divisão hidrográfica, além de direcionar a gestão da água, influencia também na gestão urbana e regional, já que as bacias contêm os territórios municipais e regiões administrativas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Entretanto, os limites territoriais das bacias nem sempre coincidem com as delimitações político-administrativas, criando complicadores para a gestão ambiental e para a articulação da gestão territorial. (PERES E SILVA, 2010, p.4).

Assim, na concepção dos autores, que a adoção da bacia hidrográfica como unidade para a gestão das águas apresenta limitações, e sendo assim, a bacia hidrográfica pode não constituir o único recorte físico-territorial, especialmente quando não se conseguem compatibilizar seus limites com os limites administrativos municipais, regionais e estatuais.

Nesse contexto, segundo Martins (2006, apud ALVIM *et al.*, 2008), para o planejamento e

gestão das bacias hidrográficas cujos limites extrapolam municípios ou mesmo um território estadual, deve-se considerar a negociação entre os níveis de governo, visto que a cooperação entre o poder nacional e os poderes estaduais e locais impõe a necessidade de negociação, já que os entes são independentes.

De tal modo, no desenvolvimento dos Planos das bacias hidrográficas, especialmente bacias grandes (>3.000 km^2), observa-se a interferência e transferência de impactos entre várias cidades, situação que implica em dificuldade na proposição de ações e aponta a necessidade de diálogos para busca de soluções. Obviamente, o Plano da bacia dificilmente envolverá todas as medidas para cada cidade, mas deve estabelecer os condicionantes externos às cidades, como a qualidade de seus efluentes, as alterações da quantidade desses afluentes, que visem a não transferência de impactos (TUCCI[2], 2008).

O desafio imposto é conseguir agregar no Plano de Bacias ações que contemplem todos os municípios que integrem o território da bacia, e que as mesmas sejam concretizadas a fim de minimizarem os impactos da degradação nos corpos hídricos de toda a bacia de modo que a proposta de enquadramento alcance a finalidade de melhorar a qualidade da água dos rios em médio e longo prazo. Além de propor medidas que deem suporte à outorga de direito de uso e de lançamento de efluentes garantindo, também, os usos múltiplos das águas.

Diante das discussões levantadas, uma colocação de Pizella (2015) indica que uma participação mais expressiva do município no Comitê de Bacia, é possível que as formas de ocupação e uso do solo municipal sejam consideradas no momento de elaboração e execução dos Planos de Bacia. Assim, a gestão dos recursos hídricos pode se dar de maneira mais consistente.

3.1 Políticas ligadas à gestão das águas e ao planejamento do território urbano

Carneiro *et al.* (2010) falam da importância da Lei n° 9.433/1997, que implementou a Política Nacional de Hídricos, e que com seus textos regulamentares incorporaram os municípios, os usuários e as organizações civis, ao sistema de gestão dos recursos hídricos visando assegurar um maior equilíbrio nos comitês e conselhos de recursos hídricos. Porém, os mesmos autores advertem quanto à ausência de texto legal que exponha com objetividade a relação entre a gestão das águas e o ordenamento do território.

Nesse sentido, permanecem indefinições quanto ao papel fundamental do município como formulador e implementador de políticas urbanas de impacto nos recursos hídricos, quer através de determinações contidas em planos diretores, leis de uso e ocupação do solo, zoneamentos, códigos de obras, parcelamentos do solo, políticas de regularização fundiária urbana, dentre outras, quer pela ausência formal, ou de fato, desses instrumentos. (CARNEIRO *et al.*, 2010).

Nesse contexto, é válido ressaltar que a própria Política Nacional dos Recursos Hídricos define como uma de suas diretrizes gerais de ação a articulação da gestão da água com a gestão do uso do solo. Além disso, ratifica indicando que para implantação da mesma, os municípios deverão promover a integração das políticas locais de uso, ocupação e conservação do solo, de meio ambiente e de saneamento básico com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos (PERES; SILVA, 2010).

Assim, conforme apontado por Leitão (1993) apud Mendonça e Leitão (2008), apesar desses avanços em termos de legislação ambiental e de recursos hídricos, entende-se que uma gestão sustentável de recursos hídricos só poderá ser efetiva com a integração de políticas que propiciem e incentivem um investimento maciço na área de saneamento. Assim, o desafio é superar as definições e partir para as ações de interação entre as políticas.

Sobre esse desafio, Alvim *et al.* (2008) concordam que a legislação brasileira seja, em geral, bastante avançada no que diz respeito às políticas urbanas, ambientais e hídricas, entretanto é necessário viabilizar uma permanente integração entre elas, visando, sobretudo, dirimir os

principais conflitos principalmente em áreas intensamente urbanizadas.

Diante dessa questão, é importante mencionar que, além da Politica Nacional de Recursos Hídricos, a existência de políticas urbanas e regionais que, sendo responsabilidade de municípios e estado, respectivamente, pode contribuir com a efetivação de ações que impactem positivamente na qualidade das águas. Nesse contexto, cabe ressaltar o que está previsto na Constituição Federal de 1988, o município é responsável pela política urbana, principalmente no que tange ao desenvolvimento e à organização territorial, a ser definida por meio do Plano Diretor de Município (que regulamenta os artigos 182 e 183), e o Estado tem a responsabilidade pela organização regional e as políticas de caráter intermunicipal (artigo 25). Igualmente, as políticas ambientais (artigo 225) e as relativas aos recursos hídricos (artigo 21) possuem competências comuns dos três níveis de governo; assim, devem, quando ao tratar do Plano de Bacia Hidrográfica, cuja área da bacia corresponder a dois ou mais municípios do mesmo estado, se sujeitar ao estado e, no caso de corresponder a municípios que estão em estados diferentes, ou se a área se estender a outro país, sujeitar-se à União. (ALVIM *et al.*, 2008).

Alvim *et al.* (2008) complementam a abordagem afirmando que com relação à política urbana, a descentralização político-administrativa promovida pela Constituição Federal ampliou a competência dos municípios, com maior autonomia política, fiscal e financeira, e, principalmente, pela posição estratégica das cidades. Desse modo, a descentralização promoveu, no âmbito dos municípios, uma série de novos desafios, entre eles a responsabilidade de formulação e implementação da política urbana. Nesse contexto de atenção aos municípios e fortalecimento às políticas urbanas, a Lei Federal nº 10.257/2001 – o Estatuto da Cidade – firma-se como o marco do novo quadro institucional da política urbana brasileira, reconhecendo a importância da cidade na articulação dos processos de desenvolvimento de planejamento urbano na esfera da ação pública. (ALVIM *et al.*, 2008).

3. Resultados e Discussão

No contexto da gestão dos recursos hídricos no Brasil e diante das percepções destacadas, é possível afirmar que a disponibilidade e a qualidade da água nas áreas rurais possuem melhores índices, de modo contrário, nas áreas urbanas, os mananciais superficiais utilizados para abastecimento público tem se tornado uma preocupação para as empresas de saneamento, visto que o consumo demandado, a poluição e a escassez hídrica aumentam em proporções semelhantes. Ainda sobre a realidade das grandes cidades, é comum rios e córregos funcionarem como canais para despejo de esgoto ou como várzeas produtoras de inundações, ou ainda terem sido tamponados, canalizados ou deixados ao acaso (ALVIM *et al.*, 2008).

Corroborando com essa percepção, Mendonça e Leitão (2008) afirmam que a degradação da água e dos recursos hídricos constitui atualmente um dos grandes problemas das cidades e com tendência de se agravar nos próximos anos. Nesse cenário, a situação é ainda mais crítica para a população de renda mais baixa, que fica mais vulnerável à escassez da água e pelas insuficientes políticas publicas de habitação, e que, pelas dificuldades de acessos às condições dignas de moradias, ocupam áreas de mananciais, áreas de riscos de inundação adjacentes a rios, etc. Essa realidade evidencia a necessidade de que a questão da gestão dos recursos hídricos nas cidades brasileiras seja tratada de forma vinculada à questão da habitação e da ocupação do território (MENDONÇA; LEITÃO, 2008).

Diante dessa realidade, é válido destacar a importância que a gestão das águas e o ordenamento do território são questões que devem se articular para que as ações sejam efetivas para ambos os assuntos. Contribuindo com essa mesma visão, Tucci (2008) afirma que embora a

tendência da gestão dos recursos hídricos tenha sido realizá-la por meio da bacia hidrográfica, a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios em se tratando de uma região Metropolitana.

Segundo Carneiro *et al.* (2010), apesar das limitações quanto à participação do município como gestor direto dos recursos hídricos, e com relação à importância dos governos locais no planejamento e ordenamento do território e as consequências dessa gestão na conservação dos recursos hídricos. Com a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei n°10.257/2001), é clara a atribuição do município para fazer a elaboração, aprovação e fiscalização de instrumentos relacionados com o ordenamento territorial, tais como os planos diretores, o zoneamento, o parcelamento do solo e o desenvolvimento de programas habitacionais, a delimitação de zonas industriais, urbanas e de preservação ambiental, os planos e sistemas de transporte urbanos, dentre outras atividades com impacto nos recursos hídricos, principalmente em bacias hidrográficas predominantemente urbanas (CARNEIRO *et al.*, 2010).

Somado as questões acima citadas, Tucci (2008) avalia que, ao contrário do que se observa na atualidade, para uma gestão sustentável dos corpos hídricos, o esgoto deve ser tratado ou integrado a sistemas de reuso, a drenagem natural deve ser preservada e a ocupação do solo deve ser planejada e executada com foco na manutenção e ampliação de áreas verdes, fomentando sistemas de pavimentos permeáveis promovendo o aumento da infiltração. Essas condições apontadas por Tucci (2008) para a gestão sustentável dos rios urbanos são necessárias para que os mesmos funcionem como recursos de suporte e influência positiva na vida da população urbana. Para tanto, o próprio autor informa que esse processo deve necessariamente passar por uma articulação clara entre as diretrizes, objetivos e metas dos planos de recursos hídricos e dos planos reguladores do uso do solo.

Assim, considerando que os municípios, por estabelecerem as políticas de disciplinamento do uso do e ocupação do solo possuem uma grande responsabilidade na proteção dos recursos hídricos e, sem seu apoio, não é possível integrar a gestão territorial e hídrica em âmbito de bacia hidrográfica (VASCONCELOS; SILVA(2013) apud PIZELLA(2015)).

4. Considerações Finais

Diante dos apontamentos abordados ficou claro que o principal desafio para a Gestão de Recursos Hídricos nas áreas urbanas é promover a articulação efetiva entre políticas de meio ambiente, uso e ocupação do solo e de recursos hídricos. E esse desafio da articulação entre as políticas só será superado quando as ações previstas nos Plano de Bacias Hidrográficas, planejados com base em diagnósticos consistentes e com a participação efetiva de usuários e representantes das instituições envolvidas, forem incorporados ao planejamento urbano e executados pelos municípios.

Outra constatação inerente à necessidade da gestão efetiva das águas urbanas é a observação de que as atividades decorrentes dos usos e ocupação do espaço urbano contribuem essencialmente para o aumento das vulnerabilidades da bacia hidrográfica, e, por isso, devem ser pensadas e planejadas de modo a reduzirem os impactos negativos. Para tanto, apesar das discussões sobre as responsabilidades dos municípios quanto à competência sobre a gestão dos recursos hídricos, não há dúvida quanto à possibilidade de uso dos instrumentos das políticas urbanas, tais como os Planos Diretores, que possuem grande potencial para proteção dos recursos hídricos urbanos, como suportes necessários e efetivos, se utilizados para este fim. Outro destaque importe no âmbito institucional, é de que a integração só pode acontecer se os agentes responsáveis para essa efetivação decidirem promovê-la.

Enfim, a gestão das águas urbanas passa pelas políticas do meio ambiente e de uso e ocupação do solo, sobretudo porque nas cidades há maior aproveitamento do uso do solo e de um modo mais intenso em termos de impacto ambiental. A integração entre a Política Nacional de Recursos Hídricos, neste caso, representada pelos Planos de Bacia Hidrográficas, e as demais políticas, tais como a política ambiental e o planejamento do uso do solo urbano é difusa e complexa, sobretudo em função do grande número e da diversidade dos dispositivos legais e agentes envolvidos que devem ser observados para a gestão dos recursos hídricos em áreas urbanas.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, os autores agradecem, também, ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

6. Referências

ALVIM, A. T. B.; BRUNA, G. C. e KATO, V. R. C. **Políticas ambientais e urbanas em áreas de mananciais: interfaces e conflitos.** Cadernos Metrópole. São Paulo, v. 19, pp. 143-164, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, criao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

_____. Ministério das Cidades. **Estatuto da Cidade**. Lei 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

CARNEIRO, P. R. F.; CARDOSO, A. L.; ZAMPRONIO, G. B.; MARTINGIL, M. de C. **A gestão integrada de recursos hídricos e do uso do solo em bacias urbano-metropolitanas**: O controle de inundações na bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí, na Baixada Fluminense. Ambiente & Sociedade, v.13, p.29-49, 2010.

PERES, Renata Bovo; SILVA, Ricardo Siloto da. **A relação entre Planos de Bacia Hidrográfica e Planos Diretores Municipais:** Análise de Conflitos e Interlocuções visando Políticas Públicas Integradas. . Revista Sociedade & Natureza, v. 25, n. 2, 31 out. 2013. 2010.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. **Análise das relações entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos, SP:** avanços e desafios visando a integração de instrumentos de gestão. Revista Sociedade & Natureza, v. 25, n. 2, 2013.

PIZELLA, Denise Gallo. **A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica**. Rev. Ambient. Água [online]. 2015, vol.10, n.3, pp.635-645. ISSN 1980-993X.

SILVA, Ricardo Toledo; PORTO, Monica Ferreira do Amaral. **Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração.** Estudos Avançados 17 (47), 2003.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão integrada das águas urbanas.** Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA). Porto Alegre: ABRH, v. 5 n. 2, p.71-81, jul./dez. 2008.

_____, Carlos E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados, v.22, n.63, p.1-16, 2008.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos hídricos no futuro:** problemas e soluções. Estudos Avançados, v.22, n.63, p.1-16, 200.

Impactos Ambientais em Áreas de Quedas D'água: Análise Sobre a Ação Antrópica em Elementos da Geodiversidade

Victória Dejan Paganotto
Adriano Luís Heck Simon

Resumo
De acordo com Stanley (2001) e Von Ahn; Simon (2019) o termo geodiversidade advém das discussões sobre o patrimônio geológico, compreendido como uma categoria do geopatrimônio. Silva; Aquino (2018) evidenciam que o geopatrimônio é concebido como uma fração da geodiversidade, que em decorrência da sua importância e dos valores agregados que são relevantes para a humanidade e necessitam de conservação. Nesse sentido, a geoconservação visa a proteção e a manutenção dos elementos abióticos naturais, com o objetivo de manter a integridade dos locais de interesse geopatrimonial, que abarca também as modificações ocasionadas pelos seres vivos, uma vez que os mesmos foram amestrados às condições naturais que propiciaram a evolução das civilizações e transformaram o espaço habitado (BRILHA, 2005; NASCIMENTO, 2016). O presente trabalho possui o objetivo de analisar impactos ocasionados pela intervenção antrópica em áreas de ocorrência de quedas d'água e as consequentes interferências no aproveitamento turístico e geoturístico. Para o desenvolvimento da pesquisa em questão procurou-se referências em plataformas digitais, que permitiram identificar consequências da ação antrópica que podem ocorrer pontualmente, ou no entorno das quedas d'água, como a erosão marginal dos cursos d'água, a contaminação da rede de drenagem e as ameaças a geodiversidade.

Palavras-Chave: Geopatrimônio; Geoconservação; Geomorfologia; Geomorfologia Antrópica

Abstract
According to Stanley (2001) and Von Ahn; Simon (2019) the term geodiversity comes from discussions about geological heritage, understood as a category of geoheritage Silva; Aquino (2018) show that geoheritage is conceived as a fraction of geodiversity, which due to its importance and the aggregate values that are relevant to humanity and need conservation. In this sense, geoconservation aims at the protection and maintenance of natural abiotic elements, with the objective of maintaining the integrity of places of geopatrimonial interest, which also includes the changes caused by living beings, since they were trained to the natural conditions that they propitiated the evolution of civilizations and transformed the inhabited space (BRILHA, 2005; NASCIMENTO, 2016). The present work has the objective of analyzing impacts caused by anthropic intervention in areas of occurrence of waterfalls and the consequent interferences in the tourist and geotouristic exploitation. For the development of the research in question, references were sought on digital platforms, which allowed the identification of consequences of anthropic action that may occur occasionally, or in the vicinity of waterfalls, such as marginal erosion of water courses, contamination of the network drainage and threats to geodiversity.

Keywords: Geoheritage; Geoconservation; Geomorphology; Anthropic Geomorphology

1. Introdução

Em decorrência da necessidade de gestão de áreas naturais protegidas e da preservação da biodiversidade, o termo "geodiversidade" foi aplicado a fim de englobar os elementos não bióticos pertencentes ao meio ambiente. A expressão geodiversidade é composta pelos elementos e processos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, sedimentológicos, arqueológicos e suas respectivas associações, que auxiliam na estruturação da paisagem e podem apresentar-se em variadas escalas (GRAY, 2004; BRILHA, 2005; VIERO; SILVA, 2010; JORGE; GUERRA, 2016).

Compreende-se, a partir de Stanley (2001) e Von Ahn; Simon (2019), que o termo geodiversidade é oriundo das discussões em torno do patrimônio geológico, assimilado enquanto uma categorização do geopatrimônio, uma vez que este conceito é compreendido pelos geógrafos como um termo que abarca os patrimônios geológicos, sedimentológicos, geomorfológicos e hidrológicos, que são definidos de acordo com Pereira *et al*. (2016, p. 168) enquanto um: "conjunto de geossítios, dotados de valores superlativos, inventariados e caracterizados em uma região" (SILVA; AQUINO, 2018).

Nesse sentido, Pereira *et al.* (2016) destacam que um geossítio se caracteriza como uma ocorrência abiótica, concebida como um aspecto da geodiversidade, definido geograficamente que possui um valor científico ímpar.

Silva; Aquino (2018) evidenciam que o geopatrimônio é assimilado como uma fração da geodiversidade que em decorrência de sua importância ou valores agregados são relevantes para a humanidade e necessitam ser conservados. A partir de Nieto (2002), entende-se o geopatrimônio como os elementos abióticos expressos enquanto recursos naturais não renováveis, como as estruturas e as formações rochosas, os pacotes sedimentares, as jazidas minerais, fossilíferas e as formas do relevo, que originam a paisagem, que expressam algum valor (PEREIRA *et al.*, 2016).

Diante do exposto, Sharples (2002) e Brilha (2005) expressam que o geopatrimônio, em decorrência da sua importância e risco de degradação, necessita de conservação. Nesse sentido destaca-se que as ações de geoconservação visam a proteção e a constante manutenção dos elementos abióticos e dos sistemas geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos resultantes de processos naturais ou antrópicos, com o objetivo de manter a integridade dos locais de interesse e minimizar os impactos adversos causados aos mesmos.

Para realização da gestão sustentável da geodiversidade, são efetuadas ações, que possibilitam o estabelecimento de estratégias, que auxiliam na proteção dos elementos abióticos que possuem valor significativo, assim como a adequação das técnicas de exploração e beneficiamento (BRILHA, 2005). Borba (2011) salienta que as ações conservacionistas propiciam a efetiva proteção dos geossítios, e consequentemente a conscientização da população, dos órgãos presentes nos territórios, governantes e a "geoeducação" de crianças, jovens e adultos, além da inserção e o estímulo do turismo sustentável, além da valorização da cultura – costumes, culinária e atividades locais –.

Ademais, se observa que para alguns pesquisadores o conceito de geodiversidade e geopatrimônio, não se limita somente à relação entre os minerais, os fósseis e os afloramentos rochosos, pois os termos envolvem também as comunidades e as respectivas modificações ocasionadas pelos seres vivos, uma vez que os mesmos foram amestrados às condições naturais que propiciaram a evolução das civilizações, que posteriormente transformaram o espaço habitado a partir da inserção da agricultura, pecuária e a produção de *commodities*, que intensificaram os efeitos ambientais com a necessidade de exploração dos recursos naturais (BRILHA, 2005; NASCIMENTO, 2016).

Nascimento (2016) salienta que além de condicionada ao espaço natural, a humanidade também atua como um agente transformador dos elementos abióticos, que têm alterado a partir de seus interesses os sistemas geomorfológicos e hidrográficos, atribuindo aos mesmos características artificiais.

Para a compreensão dos processos gerados pela ação humana, são realizados estudos que visam assimilar e avaliar historicamente os efeitos das intervenções sobre a natureza. Salienta-se que as pesquisas devem possuir uma perspectiva histórica, que busca depreender sobre os processos que auxiliaram na modificação da morfodinâmica, através da aceleração, eliminação ou estagnação de determinados processos, que são evidenciados na atualidade (PASCHOAL *et al.*, 2015).

Nesse contexto é necessário pensar sobre as interpretações de tempo que atuam nos elementos abióticos, expostas por Suertegaray (2018), que aplica nessa perspectiva a dinâmica geomorfológica e as dinâmicas naturais, que apresentam uma forma linear, que está em contínua transformação, e possui ciclos, entretanto, os mesmos não se sucedem, uma vez que não expõem as mesmas características que anteriormente possuíram. Nesse sentido a paisagem é resultante de processos que une o passado e o presente, que expressa o espaço geográfico (SUERTEGARAY, 2018).

Entretanto Suertegaray (2018) salienta que é necessário analisar os processos que ocorrem no espaço geográfico através do "tempo que se faz", pois a partir das intervenções antrópicas, que se tornaram mais evidentes após a Revolução Industrial. O tempo passou a não possuir regularidades e uniformidades em seus processos, a autora exprime que:

> o tempo que se faz é o tempo das irregularidades, dos episódios catastróficos, dos eventos esporádicos, dos ritmos e das variabilidades. É também um tempo que introduz no fazer da natureza a dimensão antropogênica, não levada em conta quando nos detemos a refletir na ótica do tempo que escoa (SUERTEGARAY, 2018, p.89).

Que se interpreta como a compreensão da origem das formas geológicas, geomorfológicas e dos sistemas hidrológicos.

Perez Filho; Quaresma (2011) evidenciam que os processos que se exibiriam na escala de tempo da natureza, passam a apresentar-se na escala do tempo histórico e presente, desse modo alguns autores defendem a teoria de que atualmente, ocorrem processos geomorfológicos oriundos da ação antrópica.

Diante disso, o presente trabalho possui como objetivo analisar os impactos ocasionados pela intervenção antrópica em áreas de ocorrência de quedas d'água, compreendidas enquanto geopatrimônio por apresentarem uma complexa associação de elementos da geodiversidade, pelo seu valor intrínseco e pelo reconhecimento oriundo das populações locais e regionais. A pesquisa busca avaliar através da revisão bibliográfica as mudanças e impactos desencadeados pela atividade antrópica e sua interferência no aproveitamento no turístico e geoturísticos de quedas d'água.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento da pesquisa em questão, inicialmente foi estabelecida a temática do estudo e posteriormente o objetivo do mesmo. Após esse processo inicial foi realizada uma busca por referências que obteve o suporte em livros, artigos científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado e leis, (disponibilizadas nos portais do governo brasileiro) que ocorreu através de

buscas em plataformas online, tais como: repositórios da UNESP e da UFOP, a biblioteca eletrônica *SciELO Brazil*, o Google Acadêmico, e o Periódicos da Capes.

Para a procura de referências foram aplicados critérios relacionados ao idioma e palavras-chave. As palavras-chave foram definidas após o estabelecimento da temática e da organização do objetivo de estudo, que visa articular temáticas relacionadas à geoconservação e a antropogeomorfologia.

Visto isso, foi determinada a utilização das seguintes palavras chaves: geodiversidade; geopatrimônio; geoconservação; antropogeomorfologia; fluvial; geomorfologia antropogênica e quedas d'água. As mesmas foram utilizadas sozinhas ou de forma combinada, de acordo com a necessidade encontrada, as buscas se deram predominantemente nos seguintes idiomas: português e inglês, espanhol e abarcaram a seleção de 27 referências.

3. Resultados e Discussão

Os procedimentos metodológicos descritos anteriormente, permitiram identificar consequências da ação antrópica que podem ocorrer pontualmente, e no entorno das quedas d'água, compreendidas enquanto uma feição articuladora dos elementos da geodiversidade e da biodiversidade, uma vez que esses espaços propiciam o desenvolvimento de organismos endêmicos pertencentes a flora e a fauna.

Nesse contexto buscou-se realizar algumas considerações acerca dos efeitos ocasionados pela ação humana em áreas de ocorrência de quedas d'água como: (a) Erosão marginal dos cursos d'água e a necessidade de conservação das áreas de ocorrência de quedas d'água; (b) Contaminação das águas e perda das condições de balneabilidade: ação antrópica que interfere na atratividade das quedas d'água; (c) Ameaças à geodiversidade: vandalismo e a modificação do entorno para o aproveitamento turístico de quedas d'água.

3.1. Erosão marginal dos cursos d'água e a necessidade de conservação das áreas de ocorrência de quedas d'água

Considerou-se a erosão das margens de rios e o assoreamento dos cursos d'água enquanto um efeito pontual, uma vez que os mesmos interferem na atratividade turística das quedas d'água. O solapamento de margens apresenta-se como um componente da erosão fluvial, pois o mesmo destrói as margens dos cursos d'água e tende a aumentar significativamente a largura do canal de drenagem (CASADO *et al.*, 2002).

De acordo com Casado *et al.* (2002) e Fernandes (1990) o solapamento das margens ocorre devido a remoção dos materiais pedológicos que se encontram nas encostas, através da ação das correntes e/ou ondas, ou em decorrência dos períodos de maiores precipitações que contribuem no incremento a carga do fundo dos cursos d'água.

Hooke (1979) afirma que a evolução desse processo possui maior velocidade em relação à outros processos de cunho geomorfológico, e podem ser intensificados de acordo com os aspectos pedológicos, climáticos, hidrológicos e pela influência antrópica, que ocorre através da retirada da mata ciliar, compreendida de acordo com Castro *et al*. (2013, p. 230):

> [...] como sistemas florestais estabelecidos naturalmente em faixas às margens dos rios, riachos, no entorno de lagos, represas e nascentes, exercendo a função de instrumento redutor do assoreamento e da degradação.

Em períodos de maior precipitação, os sedimentos oriundos da erosão marginal são

transportados pela rede de drenagem e podem ocasionar o assoreamento dos cursos d'água, a diminuição dos poços de quedas d'água e interferências na atratividade turística dos mesmos.

Nesse contexto, se torna necessário o monitoramento constante das Áreas de Proteção Permanente que margeiam a rede de drenagem, uma vez que de acordo com o Código Florestal (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012) as matas ciliares auxiliam na preservação dos recursos hídricos, na estabilidade geológica, protegem o solo, viabilizam composição da paisagem, da biodiversidade e asseguram o bem-estar da população humana.

Entretanto, pela ausência do monitoramento constante das Áreas de Preservação Permanente, ocorre em dados locais a supressão das mesmas, para a inserção da agricultura e da pecuária, que expõe as margens dos rios acarretando nos processos erosivos, de deposição mencionados e a poluição das águas.

3.2. Contaminação das águas e perda das condições de balneabilidades: ação antrópica que interfere na atratividade de quedas d'água

Segundo Sodré (2012), a contaminação ocasionada a partir da ação antrópica pode agregar à rede de drenagem uma série de elementos que possuem características diferentes das que se encontram presentes nas águas, ou, que existiam em menores quantidades. A mudança das características do meio físico, podem ocasionar uma série de impactos sobre os elementos da geodiversidade e da biodiversidade, prejudicando a existência de algumas espécies e a atratividade da paisagem (SODRÉ, 2012).

O aumento da população, e o incremento de agrotóxicos em áreas agrícolas em conjunto com o processo de industrialização e de escassez hídrica em áreas densamente habitadas, desencadearam um cenário resultante das ações antrópicas relacionadas a poluição de águas naturais superficiais e subterrâneas, comprometendo diversas redes de drenagem urbanas e rurais (SODRÉ, 2012).

As formas de contaminação podem ser definidas como poluições pontuais, e não pontuais, os meios de contaminação pontuais dizem respeito a fontes que podem ser detectadas (como por exemplo o descarte ilegal de esgoto doméstico e/ou industrial, com ou sem o devido tratamento) e minimizadas a partir de ações corretivas e na utilização de políticas de punição (SODRÉ; GRASSI 2007; SODRÉ, 2012). Já os meios de poluição não pontuais referem-se ao esgoto bruto e elementos químicos que se encontram na coluna d'água que comprometem a qualidade da água e a sua balneabilidade (SODRÉ; GRASSI, 2007).

Oliveira *et al.* (2017) apontam que as condições de balneabilidade interferem nas possibilidades de recreação de contato primário, e necessitam ser avaliadas constantemente, de acordo com os padrões da Resolução CONAMA nº 274, 29 de novembro de 2000, uma vez, que o bem-estar do ser humano pode ser afetado através do tato com as águas contaminadas.

Visto isso, é necessário a inserção de instrumentos que viabilizem a avaliação da qualidade das águas, de acordo com os níveis estabelecidos pelo CONAMA. Salienta-se que enquanto um elemento da geodiversidade, que possui relevância quando articulada com aspectos geológicos e geomorfológicos, a água também necessita de constante monitoramento uma vez que propicia a valorização do geopatrimônio em conjunto com os elementos já citados.

3.3. Ameaças à geodiversidade: vandalismo e a modificação do entorno para o aproveitamento turístico de quedas d'água

Brilha (2005) pontua que as ameaças à geodiversidade estão associadas direta ou indiretamente às atividades antrópicas, o autor cita que as mesmas também apresentam ameaças

a biodiversidade. Destaca-se que a multiplicidade geológica, geomorfológica, hidrológica, sedimentológica, entre outras, está sob uma atemorização que se apresenta em diversas escalas, que de acordo com Suertegaray (2018), dizem respeito as escalas espaciais e temporais.

Quando relacionadas às quedas d'água, as intimidações podem se expressar de várias formas: na exploração de recursos geológicos, minerais e fósseis, no desenvolvimento de obras e estruturas, que, quando não projetadas e executadas por um profissional podem impactar negativamente sobre o espaço de interesse, como por exemplo, a inserção do barramento em um curso d'água que pode comprometer fluxo natural de sedimentos (BRILHA, 2005).

O autor cita também a coleta de amostras geológicas para fins não científicos, o vandalismo das formas geológicas e geomorfológicas, a inserção de atividades recreativas e turísticas não planejadas, que coloca a geodiversidade e a biodiversidade sob pressão, uma vez que o turismo em massa, pode ocasionar inúmeros impactos ambientais (FOLMANN *et al.*, 2010).

A inserção desenfreada da agricultura e do pastoreio, também é comentada por Brilha (2005), pois a mesma ocasiona a supressão das áreas florestais, que em algumas ocasiões dizem respeito às Áreas de Preservação Permanente, próximas aos cursos d'água que drenam para às quedas d'água (CASADO *et al*., 2002; BRILHA, 2005). A retirada da cobertura vegetal resulta em processos de erosão e deposição de materiais minerais e orgânicos à jusante, que proporcionam a descaracterização das quedas d'água, uma vez que os sedimentos dispostos não dizem respeito a paisagem natural observada, comprometendo o valor estético das quedas d'água e algumas atividades recreativas.

Salienta-se que os impactos ocasionados pela ausência de áreas florestais próximas aos cursos d'água, requerem uma atenção especial, pois, os mesmos dizem respeito aos problemas relacionados à falta de gestão de bacias hidrográficas, concebidas para Brilha (2005), enquanto uma ameaça a geodiversidade (OLIVEIRA *et al,* 2018).

Araújo *et al.* (2009) evidenciam que em decorrência da interação que ocorre no sistema hidrográfico entre a água e os outros elementos abióticos, é necessário que haja a gestão de bacias hidrográficas, principalmente daquelas que apresentam cursos d'água com a presença de elementos geológicos, geomorfológicos e paisagísticos de interesse. Dessa forma, é preciso que sejam realizadas políticas públicas que busquem monitorar os processos de ocupação do solo indevido, desmatamento de áreas de proteção permanente, erosão, sedimentação, assoreamento, construções de barragens, desvios de água, contaminação, impermeabilização e a diminuição da matéria orgânica, e que busquem conciliar o desenvolvimento sócioeconômico e a preservação ambiental (ARAÚJO *et al*., 2009).

4. Considerações Finais.

A revisão de referências sobre a temática proposta proporcionou as seguintes considerações sobre as ações antrópicas e a necessidade de preservação de quedas d'água:

Inicialmente, constatou-se que as quedas d'água apresentam um valor intrínseco e estético, que podem ser agregados aos valores científicos, educacionais, culturais e religiosos que tornam esse elemento geomorfológico, hidrológico e geomorfológico um geopatrimônio.

Destaca-se que esse geopatrimônio é composto também pela rede hidrográfica que necessita de uma gestão, pois a mesma contribui para a integridade observada nas quedas d'água, como por exemplo, a presença de sedimentos à jusante e a existência de materiais químicos e orgânicos que comprometem o contato direto com o ser humano e a balneabilidade e podem ser identificadas, minimizadas e monitoradas por órgãos ambientais e/ou governamentais existentes no território brasileiro.

Salienta-se também, que as entidades públicas possuem leis que protegem a biodiversidade e alguns aspectos da geodiversidade, que devem ser implementados de maneira energética, não só para a proteção dos aspectos bióticos, mas também dos elementos abióticos, com o destaque, para as quedas d´água, e o seu entorno.

As ações de "geoeducação" também se apresentam necessárias, pois as mesmas proporcionam o conhecimento sobre os elementos da geodiversidade, e auxiliam na conscientização e a propagação de ações geoconservacionistas.

5. Referências

ARAÚJO, L E.; SOUSA, F. D. A. S.; NETO, J, M, M.; SOUTO, J. S.; REINALDO, L. R. L. R. Bacias hidrográficas e impactos ambientais. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 8, n. 1, 2009.

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, v. 38, n. 1, p. 3 -13, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.651, DE 25 de maio de 2012. **Código Florestal, Política do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 24 de janeiro de 2021.

BRILHA, J. B. **Património Geológico e Geoconservação:** a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Palimage Editores, 2005.

CASADO, A. P. B.; HOLANDA, F. S. R.; ARAUJO FILHO, F. A. G.; YAGUIU, P. Evolução do processo erosivo na margem direita do Rio São Francisco (perímetro irrigado Cotinguiba/Pindoba-SE). **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 26, n. 1, p. 231 - 239, 2002.

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; SOUZA, C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. **Renefara**, v. 4, n. 4, p. 230 - 241, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. **Qualidade da água**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>. Acesso em 25 de janeiro de 2021.

FERNANDEZ, O. V. Q. Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens: região de Porto Rico, PR. 1990. 86 f. **Dissertação** (Mestrado) – Rio Claro: Universidade Estadual de São Paulo. 1990.

FOLMANN, A.C.; PINTO, M. L. C.; GUIMARÃES, G. B. Trilhas interpretativas como instrumentos de geoturismo e geoconservação: caso da Trilha do Salto São Jorge, Campos Gerais do Paraná. **Geo-UERJ**, v. 2, n. 21, p. 239 - 267. 2010.

GRAY, M. **Geodiversity:** valuing and conserving abiotic nature. John Wiley &

Sons, 2004.

HOOKE, J. M. An analysis of the processes of river bank erosion. **Journal of hydrology**, v. 42, n. 1 - 2, p. 39 - 62, 1979.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, geoturismo e geoconservação: conceitos, teorias e métodos. **Espaço Aberto**, v. 6, n. 1, p. 151 - 174, 2016.

NASCIMENTO, S. T. Geodiversidade e geomorfologia antropogênica na região das minas de ouro no anticlinal de Mariana, MG. 2016. 88 f. **Dissertação** (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos

Naturais) – Ouro Preto: Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. 2016.

NIETO L. M. Patrimonio Geológico, Cultura y Turismo**. Boletin del Instituto de Estudios Giennenses**, n. 182 p. 109 - 122., 2002

OLIVEIRA, C. K. R.; SALGADO, A. A. R.; LOPES, F. W A. PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DE RELEVÂNCIA DE QUEDAS D'ÁGUA COMO SUBSÍDIO À CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 3, 2017.

OLIVEIRA, L. C.; PEREIRA, R.; VIEIRA, J. R.G. Análise da degradação ambiental da mata ciliar em um trecho do rio Maxaranguape–RN: uma contribuição à gestão dos recursos hídricos do Rio Grande do Norte-Brasil. **HOLOS**, v. 5, p. 49 - 66, 2011.

PASCHOAL, L. G.; SIMON, A. L. H.; DA CUNHA, C. M. L. GEOMORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA E SUA INSERÇÃO EM PESQUISAS BRASILEIRAS/Anthropogenic Geomorphology and its Insertion in Brazilian Research. **Geographia Meridionalis**, v. 1, n. 1, p. 95 - 126, 2015.

PEREIRA, R.G.F. A.; RIOS, D. C.; GARCIA, P. M. P. Geodiversidade e PatrimônioGeológico: ferramentas para a divulgação e ensino das Geociências. **Terræ Didatica**, v. 12, n. 3, p. 196 - 208, 2016.

PEREZ FILHO, A.; JUNIOR, S. C.; QUARESMA, C. C. Gestão pública e riscos ambientais relacionados a processos erosivos: caso de São Pedro, São Paulo, Basil. **Territorium**, n. 18, p. 219 - 226, 2011.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanin Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. Set, 2002

SILVA, J. F. A.; AQUINO, C. M. S. Ações Geoeducativas para Divulgação e Valorização da Geodiversidade e do Geopatrimônio. **GeoSaberes**, v. 9, n. 17, p. 1 - 12, 2018.

SODRÉ, F. F. Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle. **Artigos Temáticos do AQQUA**, v. 9, p. 9 - 16, 2012.

SODRÉ F. F.; GRASSI M.T. Changes in copper speciation and geochemical fate in freshwaters following sewage discharges. **Water Air Soil Poll**. v. 178, p. 103 - 112, 2007.

STANLEY. M. Geodiversity strategy**. Progeo news**, v.1, p. 6 - 9, 2001.

SUERTEGARAY. D. M. A. **Geografia Física e Geomorfologia:** uma Releitura. Editora Compasso Lugar-Cultura: Porto Alegre. Ed. 2. 2018.

VIERO, A.C; SILVA, D.R.A. (Org). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul. Programa Geologia do Brasil**: Levantamento da Geodiversidade. 2010.

VON AHN, M.; SIMON, A. L. H. Análise do relevo antropogênico voltado à geoconservação: estudo no Geossítio Minas de Camaquã - RS. In: SIMON, A. L. H.; LUPINACCI, C. M. (Org.) **A cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento**. Pelotas: Editora UFPel, 2019. Cap. 10, p. 148 – 165.

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO DA BACIA DE RIBEIRA SECA NA ILHA DE SANTIAGO, CABO VERDE – ÁFRICA

ANA KAROLINA DE OLIVEIRA SOUSA
ANA ROSA VIANA CEZÁRIO
VLÁDIA PINTO VIDAL DE OLIVEIRA
CARLOS LINEU FROTA BEZERRA

Resumo
As regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas do planeta configuram em ambientes que têm enfrentado problemas ambientais relacionados ao processo de desertificação. Nesse contexto está a bacia de Ribeira Seca, situada a nordeste da Ilha de Santiago em Cabo Verde. Objetiva-se, portanto, definir os Indicadores Geobiofísicos de Desertificação - IGBFD e analisar seus respectivos índices degradação ambiental. Para isso, foram considerados alguns atributos da paisagem, tendo como recorte espacial os sistemas ambientais da bacia. As análises revelaram que, quatro dos cinco sistemas ambientais da bacia de Ribeira Seca encontra-se com alto índice de desertificação. Os sistemas mais degradados foram os Patamares Aplainados com índice de 2,33, seguido dos Patamares Parcialmente Dissecados e do Complexo Montanhoso Pico da Antónia com 2,5 e as Superfícies Dissecadas em Cristas com 2,66. As Planícies Fluviais foram as únicas que apresentaram qualidade ambiental, com índice 4. Ficou constatado que, a bacia de Ribeira Seca apresenta diversos problemas ambientas, e por se tratar de uma importante área de cultivos agrícolas do país cabo-verdiano, requer políticas públicas que intervenham nesse cenário de degradação/desertificação, de modo que garanta a segurança alimentar e a redução da pobreza das gerações atuais e futuras.

Palavras-Chave: Degradação ambiental; Indicadores de desertificação; Sistemas ambientais

Resumen
Las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del planeta configuran en ambientes que tienen enfrentado problemas ambientales relacionados con el proceso de desertificación. En este contexto se encuentra la cuenca de la Ribeira Seca, ubicada al noreste de la Isla Santiago en Cabo Verde. El objetivo, por tanto, es definir los Indicadores Geobiofísicos de Desertificación - IGBFD y analizar sus respectivos índices de degradación ambiental. Para eso, fueran considerados algunos atributos del paisaje, teniendo como recorte espacial los sistemas ambientales de la cuenca. Los análisis revelaron que, cuatro de los cinco sistemas ambientales de la cuenca de Ribeira Seca tienen una alta tasa de desertificación. Los sistemas más degradados fueron las plataformas aplanadas con un índice de 2,33, seguidas de las plataformas parcialmente disecadas y el complejo montañoso Pico da Antónia con 2,5 y las superficies disecadas en crestas con 2,66. Las llanuras aluviales fueron las únicas que presentaron calidad ambiental, con índice 4. Constatase que la cuenca de Ribeira Seca presenta varios problemas ambientales, y por ser una importante zona de cultivos agrícolas del país caboverdiano, requiere políticas públicas que intervengan en este escenario de degradación / desertificación, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza de las generaciones actuales y futuras.

Palabras claves: Degradación ambiental; Indicadores de desertificación; Sistemas ambientales.

1. Introdução

As regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas do planeta configuram em ambientes que têm enfrentado problemas ambientais relacionados ao processo de desertificação, que segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação – CCD "é um processo que culmina com a degradação das terras [...] como resultado da ação de fatores diversos, com destaque para as variações climáticas e as atividades humanas" (BRASIL, 2005, p. 4).

Entende-se como degradação das terras o conjunto de problemas ambientais como: a degradação dos solos, dos recursos hídricos e da biodiversidade, comprometendo, portanto, nas atividades socioeconômicas e consequentemente na qualidade de vida das populações.

Conforme o levantamento realizado pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil (2005), cerca de 30% da superfície da terra é afetada por esses problemas, agravando-se na região subsaariana do globo com cerca de 20% a 50% das terras degradadas onde residem mais de 200 milhões de pessoas. Entretanto, outras regiões do globo como Ásia e América Latina, também apresentam severa degradação dos solos.

É nesse contexto onde está inserido o objeto de estudo desta pesquisa, a bacia de Ribeira Seca, situada a nordeste da Ilha de Santiago (Figura 1), uma das dez ilhas que compõem o Arquipélago de Cabo Verde. É um país africano que fica localizado na margem oriental do Oceano Atlântico Norte, com cerca de 450 km da costa ocidental da África. O arquipélago está sob a influência da zona climática Saheliana árida, onde as precipitações são baixas e concentradas tanto no tempo como no espaço.

A presente pesquisa tem como objetivo definir os Indicadores Geobiofísicos de Desertificação - IGBFD da bacia de Ribeira Seca e analisar seus respectivos índices degradação ambiental.

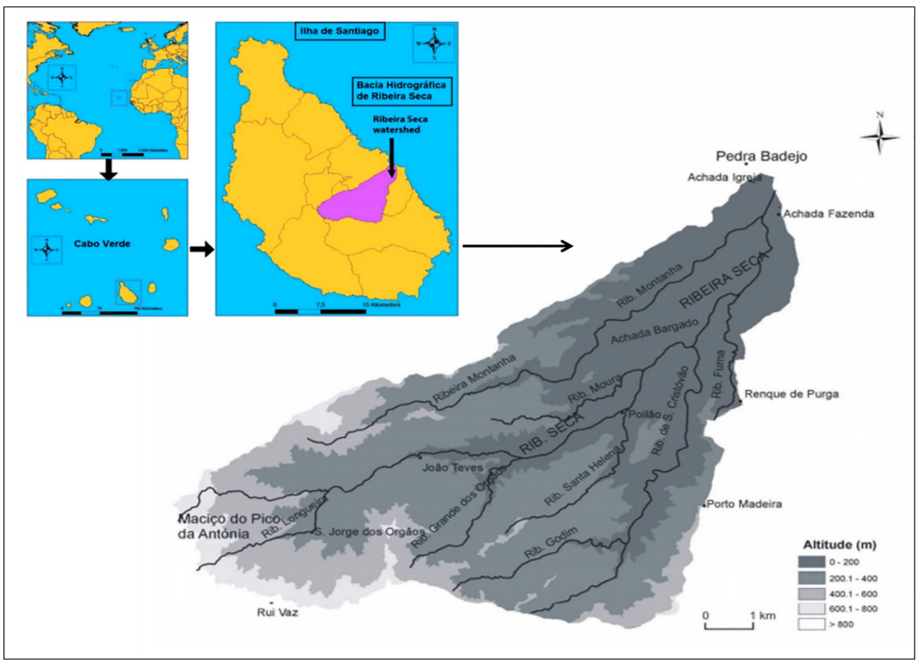


Figura 1: Mapa de localização da bacia de Ribeira Seca.

Fonte: Adaptado de Pina (2011) e Oliveira (2016).

2. Metodologia

Os procedimentos teórico-metodológicos partem da concepção sistêmica de análise,

tendo por base, autores como Oliveira (2011) e Sousa (2016) que desenvolveram propostas metodológicas para compreensão, escolha e análise do IGBFD para estudos ambientais em território cabo-verdiano, levando em consideração alguns atributos da paisagem (geologia, geomorfologia, hidrologia, clima, solo e vegetação) com suas respectivas funções dentro do sistema de funcionamento da paisagem em cada sistema ambiental e suas influências no âmbito do uso e ocupação.

Para a escolha e análise dos indicadores foram realizados os seguintes procedimentos: i) levantamento e análise de material bibliográfico e geocartográfico; ii) análise da relevância de cada parâmetro dentro do contexto geoambiental da área de estudo iii); identificação e análise dos sistemas ambientais enquanto recorte espacial de aplicação dos indicadores.

Deste modo, foram definidas 6 variáveis, as quais, estão divididas em cinco valores (quadro 1), pressupondo que os maiores valores correspondem às melhores potencialidades para a conservação ambiental. Desse modo, o maior valor do Índice Geobiofísico de Desertificação indicará maior estado de conservação (OLIVEIRA, 2011; SOUSA, 2016).

Quadro 1: Indicadores Geobiofísicos de Desertificação da bacia de Ribeira Seca.

Geologia (Litotipos/Permeabilidade) IGBFD 1		**Valores**	**Relevância do Indicador**
Sedimentos não coesos (arenosos)		5	Em função da composição litológica do substrato, destacando a permoporosidade da rocha, o que indica a capacidade de infiltração e armazenamento da água.
Sedimentos não coesos (areno-argilosos)		4	
Rochas sedimentares (arenitos, conglomerados)		3	
Rochas metamórficas (metamorfismo baixo a médio)		2	
Rochas ígneas, granitos e granitos migmatizados		1	
Geomorfologia (Declividade/topografia) - IGBFD 2	**Faixa**	**Valores**	**Relevância do Indicador**
Plano	0-3%	5	A declividade limita certas atividades humanas; aspectos a considerar com relação à formação dos solos e processos de erosivos; influência no escoamento superficial (*run off*) e influência gravitacional com força direcional.
Suave ondulado	3-8%	4	
Ondulado	8-15%	3	
Fortemente ondulado	15-45%	2	
Montanhoso	>45%	1	
Zonação Climática – IGBFD 3	**Faixa (mm)**	**Valores**	**Relevância do Indicador**
Zona úmida	> 700	5	As condições climáticas, e os processos morfodinâmicos, podem contribuir para a indicação da ecodinâmica do ambiente bem como nas condições de uso da terra.
Zona subúmida	600-700	4	
Zona semiárida a subúmida	400 – 600	3	
Zona árida a semiárida	300 - 400	2	
Zona árida	< 300 mm	1	
Solos (Espessura) – IGBFD 4	**Faixa**	**Valores**	**Relevância do Indicador**
Muito profundos	>200 cm	5	O parâmetro como espessura implica no melhor desenvolvimento, maturidade e maior capacidade de resistência à erosão.
Profundos	100-200 cm	4	
Moderadamente rasos	50-100 cm	3	
Raso	25-50 cm	2	
Muito rasos e afloramentos rochosos	Sem solo < 25 cm	1	
Solos (Erosão/escoamento) – IGBFD 5		**Valores**	**Relevância do Indicador**
Baixa susceptibilidade		5	O grau de erosão pode indicar a ecodinâmica do ambiente, suas
Erosão em sulcos		4	

Erosão com ravinas	3	principais limitações e o avanço da degradação ambiental.
Ravinas/voçorocas	2	
Voçorocas	1	
Cobertura Vegetal (Estrato de vegetação/Padrão fisionômico)– IGBFD 6	**Valores**	**Relevância do Indicador**
Predominância de estrato arbóreo	5	A vegetação intervém na formação, conservação e regeneração do solo; através dos estratos fisionômicos pode indicar sobre a maturidade das espécies. O padrão fisionômico influencia a intensidade das ações erosivas.
Estrato arbóreo – arbustivo	4	
Estrato arbustivo	3	
Estrato herbáceo	2	
Pasto/cultivos/sem vegetação	1	

Fonte: Adaptado de Oliveira (2011) e Sousa (2016).

Conforme Oliveira (2011), o intervalo dos índices de desertificação está distribuído em 4 categorias (quadro 2).

Quadro 2: Categorias do índice de desertificação

Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBFD)	Intervalos
Muito baixo	>3,36
Baixo	3,20 – 3,36
Moderado	2,80 – 3,19
Alto	2,64 – 2,79

Fonte: Oliveira (2011).

3. Resultados e Discussão

A bacia de Ribeira Seca possui uma área de aproximadamente 71,5km^2, configurando-se na bacia de maior expressividade da Ilha de Santiago, bem como, de grande valor socioeconômico, pois é uma bacia que detém um elevado potencial agrícola e, portanto, uma das mais importantes do país.

Com a construção da Barragem do Poilão, na bacia de Ribeira Seca, em 2006, possibilitou um aumento da disponibilidade hídrica na bacia, o aumento de área irrigada e consequentemente um incremento da agricultura de regadio. Sua capacidade máxima, desde então, tem sido de 1.700.000 m^3/ano (SANTOS, 2013). Não obstante, a partir de 2017, tem-se observado drasticamente uma diminuição do volume d'água em função da seca.

A maior área arável do arquipélago de Cabo-Verde fica na Ilha de Santiago com aproximadamente 215.000ha (215km^2), o que corresponde 52,3% das terras aráveis. Nesse contexto, o potencial estimado para as atividades agrícolas na bacia de Ribeira Seca é de 4.433ha (44.33 km^2), sendo 3.810 ha (38,1 km^2) para o cultivo de sequeiro e de 623ha (6.23km^2) para as culturas irrigadas (TEIXEIRA, 2011).

No entanto, a bacia enfrenta a sobre-exploração de seus recursos naturais. Cerca de 1.310ha (13,1km^2) pra além da capacidade de suporte dos sistemas ambientais da bacia, estão ocupados pelos cultivos de sequeiro. De acordo com Teixeira (2011), estas áreas compreendem em ambientes com declives superiores a 25%, que são inadequados para a prática agrícola.

Já com relação às áreas de irrigação, a problemática gira em torno da exploração e manejo inadequado dos recursos hídricos, que, associado com o contexto do clima semiárido, gera uma redução da água disponível, não dando suporte para os cultivos irrigados, ou seja, sobra área com potencial para o desenvolvimento desse tipo de atividade, porém, falta água para mantê-las

(TEIXEIRA, 2011).

Conforme Ferreira (2014, p.48),

> A escassez de água reduz a probabilidade de uma boa colheita em áreas de agricultura de sequeiro que cobrem mais de 90% da superfície cultivada. As práticas de regadio desperdiçam muita água e consomem, aproximadamente, 50% da água mobilizada das reservas subterrâneas. Em termos de eficiência, 70% da água utilizada na irrigação é desperdiçada devido ao uso alargado da técnica conhecida como "irrigação por inundação".

Nesse contexto de exploração dos recursos naturais, foi realizada uma análise tendo como recorte espacial os sistemas ambientais, para aplicar os IGBFD e mensurar o nível de degradação ambiental. O quadro 3, traz uma síntese do diagnóstico ambiental por sistema ambiental com seus respectivos problemas ambientais e níveis de degradação.

Quadro 3: Sistemas Ambientais da bacia de Ribeira Seca e seus Indicadores Geobiofísicos de Desertificação.

Sistema Ambiental das planícies fluviais	**IGBFD**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	Índice
	5	5	2	4	5	3	4
Geologia	São oriundas de acumulação de sedimentos inconsolidados do Quaternário constituídos de materiais finos, grosseiros e cascalhentos.						
Geomorfologia	Planícies e terraços fluviais em relevo plano.						
Aspectos Climáticos	Semiárido com precipitação entre 250 a 400mm.						
Solo	Neossolos Flúvicos.						
Vegetação	Cobertura vegetal em extrato arbóreo - arbustivo esparso e tapete herbáceo intercalado por afloramentos rochosos e cultivos de subsistência.						
Usos	Cultivos diversificados de irrigação e sequeiro.						
Problemas ambientais	Ocupação rural intensa com solos vulneráveis à salinização, riscos de inundação em tempo de cheia e indisponibilidade hídrica em tempos de seca.						
Ecodinâmica	Ambiente de transição tendendo à instabilidade.						
Recomendações	Recuperação ambiental através do reflorestamento de espécies nativas; práticas de educação ambiental e gerenciamento das águas subterrâneas.						
Sistema Ambiental dos Patamares (Achadas) Aplainados	**IGBFD**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	Índice
	1	4	1	2	5	1	2,33
Geologia	Constituídas por mantos subaéreos de natureza basáltico do Pico da Antónia intercaladas por materiais sedimentares da Formação dos Órgãos e Flamengos do Terciário (Mioceno Médio).						
Geomorfologia	São superfícies de erosão com feições tabuliformes ou aplainadas em topografias que variam de plano a suave ondulado.						
Aspectos climáticos	Árido com precipitação inferior a 250mm						
Solo	Neossolos Litólicos, Luvissolos .						
Vegetação	A cobertura vegetal apresenta-se degradada.						
Usos	Atividades agrícolas em vales adjacentes e pastoreio.						
Problemas ambientais	As limitações estão relacionadas à alta pedregosidade, escassez hídrica; ventos fortes condicionando a baixa ocupação rural.						

Ecodinâmica	Baixa instabilidade.						
Recomendações	Recuperação ambiental através do reflorestamento de espécies nativas; recuperação dos solos; ações de contenção da desertificação; práticas de educação ambiental e pesquisas científicas.						
Sistema Ambiental dos Patamares (achadas) parcialmente dissecadas	**IGBFD**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	Índice
	1	3	2	2	3	4	2,5
Geologia	Constituídas com material em mantos subaéreos de basaltos, basanitos e basanitóides da Formação Assomada do Terciário.						
Geomorfologia	São superfícies de erosão em forma de planaltos de baixa a média altitude, entalhadas por vales que seccionam lombas muito largas.						
Aspectos climáticos	Clima semiárido com precipitação entre 250 a 400mm						
Solo	Neossolos Litólicos associado com os Cambissolos vérticos e Chernossolos.						
Vegetação	Cobertura vegetal com espécies arbóreo-arbustiva.						
Usos	Reflorestamento; agricultura; pecuária.						
Problemas ambientais	No que diz respeito aos problemas ambientas, destaca-se a baixa produtividade dos solos como um indicador de degradação; processos erosivos ativos; escassez hídrica e ecodinâmica do ambiente de forte instabilidade.						
Ecodinâmica	Ambiente de forte instabilidade.						
Recomendações	Recuperação ambiental através do reflorestamento de espécies nativas; recuperação dos solos; ações de contenção da desertificação; práticas de educação ambiental e pesquisas científicas.						
Sistema Ambiental das Superfícies dissecadas em cristas	**IGBFD**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	Índice
	1	2	4	3	2	4	2,66
Geologia	Constituídas por mantos de basaltos da Formação do Pico da Antónia, com idade do Terciário (Plioceno) e Formação dos Flamengos (mantos e piroclastos do Terciário (Mioceno Médio).						
Geomorfologia	Correspondem a relevos fortemente dissecados por vales profundos com interflúvios culminando em cristas.						
Condições climáticas	Clima subúmido a úmido com precipitação entre 600 a 700mm						
Solo	Neossolos Litólicos e Cambissolos.						
Vegetação	A cobertura vegetal é composta por espécies arbórea-arbustiva degradada.						
Usos	Reflorestamento; culturas de subsistência.						
Problemas ambientais	Erosão dos solos; perda da matéria orgânica; desmatamento; degradação da biodiversidade; desmoronamentos de blocos.						
Ecodinâmica	Ambiente de transição tendendo a instabilidade.						
Recomendações	Recuperação ambiental através do reflorestamento de espécies nativas; práticas de educação ambiental e pesquisas científicas.						
Sistema Ambiental do Complexo Montanhoso Pico da Antónia	**IGBFD**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	Índice
	1	1	4	4	1	4	2,5

Geologia	Constituído por manto de composição basáltica do Complexo Eruptivo do Pico da Antónia (PA) do Terciário (Plioceno-Mioceno).
Geomorfologia	Corresponde a relevo montanhoso dissecado em forma de escarpas com esporões e morros muito salientes modelados em topografias colinosas com fortes declives e cristas em rochas resistentes
Condições climáticas	Clima subúmido a úmido com precipitação acima de 600 a 700mm
Solo	Solos pouco desenvolvidos onde se destacam os Cambissolos eutróficos, Chernossolos e Neossolos Litólicos.
Vegetação	Arbóreo-arbustivo.
Usos	Existência de vales com culturas de subsistência diversa; Reflorestamento com Eucalyptus sp; área de proteção ambiental.
Problemas ambientais	A ocupação desordenada nos topos dos morros; desmatamento; erosão dos solos; degradação das nascentes fluviais e da biodiversidade.
Ecodinâmica	Ambiente de transição tendendo a estabilidade.
Recomendações	Recuperação ambiental através do reflorestamento de espécies nativas; práticas de educação ambiental e pesquisas científicas.

Fonte: Costa (2004); Oliveira (2011); Sousa (2016)

As análises revelaram que quatro dos cinco sistemas ambientais da bacia de Ribeira Seca encontra-se com alto índice de desertificação. O sistema mais degradado é o dos Patamares Aplainados, apresentando um índice de 2,33 seguido dos Patamares Parcialmente Dissecados e do Complexo Montanhoso Pico da Antónia com 2,5 e as Superfícies Dissecadas em Cristas com 2,66.

Apesar das condições climáticas presente nos sistema de Planícies dissecadas em crista e do Complexo Pico da Antónia serem climas subúmidos a úmidos, mostra que um aspecto não e o suficiente para gerar resiliência em um ambiente. É preciso que outros aspectos da paisagem gerem condições de equilíbrio ambiental. E no contexto da bacia, essas chuvas ocorrem de forma concentrada, o que acentua o poder de dissecação do relevo e carreamento das camadas superficiais dos solos.

Nesse contexto, os ambientes apresentam um conjunto de características mais favoráveis à ocorrência de desequilíbrios ambientais quando submetidos a fortes pressões de uso e ocupação. A maioria apresenta solos rasos e/ou associados com superfícies pedregosas de declives acentuados, onde os processos de erosão se sobressaem em meio a diversidade de culturas de subsistência.

Já o sistema ambiental das Planícies Fluviais, foi o único que ficou fora da zona de degradação, apresentando nível 4. Isso demonstra que o ambiente possui características favoráveis para a manutenção da qualidade ambiental. Por se tratar de uma área plana com solos profundos e permoporosos, favorece a infiltração da água em detrimento do escoamento superficial, contribui assim na formação de aquíferos subterrâneos.

São ambientes com potencial para o desenvolvimento de culturas de sequeiro e de regadio, entretanto, requer um manejo adequado da água no processo de irrigação, pois em excesso pode ocasionar a salinização dos solos.

Outro aspecto é com relação à escassez de águas superficiais. Por se tratar de um ambiente de solos permeáveis associados ao clima semiárido, a água que cai infiltra, daí, a importância de haver uma gestão eficiente para que o acesso a esse bem seja igualitário.

4. Considerações Finais

A bacia de Ribeira Seca apresenta diversos problemas ambientas, e por se tratar de uma importante área de cultivos agrícolas, um dos principais pilares da economia do país, requer o desenvolvimento e aplicação de políticas públicas que intervenham nesse cenário de degradação/desertificação, pois é uma problemática ambiental que atinge diretamente na qualidade de vida das populações e consequentemente no desenvolvimento socioeconômico do país.

Falar de desertificação é compreender que seus desdobramentos e ações de mitigação dos seus efeitos perpassam quatro importantes áreas: ambiental, social, econômica e política. Esse estudo foi uma contribuição para o entendimento da dimensão ambiental, e que por si só, já consegue trazer uma clareza de como está o cenário e principalmente, o que deve ser feito para que o meio ambiente consiga restabelecer o equilíbrio ecodinâmico pautado na sustentablidade de seus recursos naturais. Só assim, será possível continuar garantindo a segurança alimentar e a redução da pobreza das gerações atuais e futuras.

5. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio no desenvolvimento dessa pesquisa e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)

6. Referências

BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil.** Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília, 2005.

COSTA, F. L. **Contribuições para o conhecimento dos processos erosivos em Cabo Verde.** Centro de Geografia - Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT), 2004, p. 195-221.

FERREIRA, V. A. D. S. Conflitos e participação no uso da água da barragem de Poilão, ilha de Santiago, Cabo Verde. **Tese** (Doutorado em Ciências Sociais) – Praia: UNICV. 2014.

OLIVEIRA, V. P. V. Indicadores biofísicos de desertificação, Cabo Verde/África. **Mercator**, Fortaleza, v.10, n. 22, p. 147-168, jun. 2011. Disponível em: http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/623 Acesso em: 14 de fev. 2021.

OLIVEIRA, R. K. Análise da gestão hídrica na Barragem do Poilão em Cabo Verde. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) - Porto Alegre: UFRS. 2016.

PINA, A. P. S. A; Fundamentos hidrogeoquímico aplicados na bacia hidrográfica de Santa Cruz, Ilha de Santiago – Cabo Verde, como instrumento para a gestão de recursos hídricos. **Dissertação** (Mestrado em Geologia) – Fortaleza: UFC. 2011.

SANTOS, E. A.T. dos. As barragens em Cabo Verde: Avaliação dos impactes ambientais, socioeconómicos e culturais. Caso de estudo "A Barragem do Poilão" Ilha de Santiago. **Dissertação** (Mestrado em Gestão do Território). Faculdade de Ciências Sociais e Humanas e Universidade de Nova Lisboa. 2013

SOUSA, M. L. M. Susceptibilidade à degradação/desertificação na sub-bacia hidrográfica do riacho Feiticeiro (Ceará/Brasil) e na microbacia da Ribeira Grande (Santiago/Cabo Verde). **Tese** (Doutorado em Geografia) – Fortaleza: UFC. 2016.

TEIXEIRA, J. J. L. Hidrossedimentologia e disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica da barragem de Poilão, Cabo Verde. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Fortaleza: UFC. 2011.

LAGOAS MARGINAIS DO ALTO CURSO DO RIO SÃO FRANCISCO: ANÁLISE DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ATUAÇÃO DOS MUNICÍPIOS PARA CONSERVAÇÃO DAS ÁREAS ÚMIDAS

MARIANE LUIZA AMORIM ROSSI
NAYARA JAMINE SILVA
DIEGO ALVES DE OLIVEIRA
ELIZÊNE VELOSO RIBEIRO

Resumo
As áreas úmidas são ecossistemas que prestam serviços ambientais como água em quantidade e qualidade para o abastecimento humano ao serem permanentemente ou temporariamente inundadas ou através do armazenamento em subsuperfície. No Brasil, sua recarga ocorre principalmente durante as cheias, onde a vegetação promove também a retenção de sedimentos, assegurando também, a diversidade da flora e da fauna, e ainda favorecem a mitigação da mudança climática ao armazenarem carbono orgânico. Apesar de serem indispensáveis para o meio ambiente, são o ecossistema mais destruído mundialmente. Assim, este trabalho tem o objetivo de difundir a importância da conservação e divulgação das áreas úmidas do alto curso do rio São Francisco e sua correlação com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, por meio da análise de políticas e ações praticadas pelos municípios localizados no entorno. Parte dos dados foram obtidos pela Pesquisa de Informações Básicas Municipais realizada pelo IBGE no ano de 2017. Os resultados indicam que esses munícipios carecem de recursos e capacitação para garantir que essas zonas úmidas sejam protegidas, evitando impactos ambientais como a sua destruição.

Palavras-Chave: áreas úmidas; bacia hidrográfica do rio São Francisco; 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável; lagoas marginais.

Abstract
Wetlands are ecosystems that provide environmental services such as water in quantity and quality for human supply when they are permanently flooded or temporary, or through subsurface storage. In Brazil, its recharge occurs mainly during floods, where vegetation also promotes the retention of sediments, also ensuring the diversity of flora and fauna, and help in mitigating climate change by storing organic carbon. Despite being indispensable for the environment, they are the most destroyed ecosystem in the world. Thus, this work aims to disseminate the importance of conservation and dissemination of the wetlands of the upper São Francisco River and its correlation with the 17 Sustainable Development Goals, through the analysis of policies and actions practiced by the municipalities located in the surrounding area. Part of the data was obtained by the Pesquisa de Informações Básicas Municipais carried out by IBGE in 2017. The results indicate that these municipalities lack resources and training to ensure that these wetlands are protected, avoiding environmental impacts such as their destruction.

Keywords: wetlands; São Francisco watershed; 17 Sustainable Development Goals; lagoas marginais.

1. Introdução

As Áreas Úmidas (AU) são ecossistemas importantes para o bem-estar da humanidade (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015). Segundo o Departamento da Agricultura, Água e do Meio Ambiente da Austrália (2021), as zonas úmidas são valorosas para todo o planeta, pois reduzem os impactos das enchentes, absorvem poluentes e melhoram a qualidade da água, fornecem habitat para plantas e animais, tendo, portanto, papel importante na preservação da biodiversidade.

Ademais são sistemas complexos, pois apresentam características diversas, como o nível da água, se é superficial e/ou subsuperficial, se são permanentes ou temporárias, se a vegetação é adaptada para umidade ou para secas, se o solo é deficiente em oxigênio ou não, e o tipo de relevo da região (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2020). Regionalmente e localmente, estas áreas são conhecidas por uma enorme diversidade de nomes, como: brejo, nascente, pantanal, pântano, manguezais, turfeiras, vargem, varjão, várzea, vereda, e as próprias lagoas marginais da bacia do rio São Francisco (OLIVEIRA *et al*., 2020).

Além dos serviços supracitados, as zonas úmidas brasileiras possuem importância local e regional, pois armazenam água durante os períodos de cheia e gradualmente contribuem com a recarga de cursos d'água durante a estação seca, principalmente. São habitats para aves migratórias se reproduzirem. Purificam a água através da retenção de sedimentos; estocam carbono, amenizando a mudança climática; possibilitam a prática de ecoturismo; fornecimento de produtos madeireiros e não madeireiros (fibras, plantas medicinais, frutas etc.) (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015); fabricação de produtos agropecuários; são lares para populações tradicionais, como os ribeirinhos, assim, muitas famílias tiram o seu sustento da pesca; empregando cerca de 1 bilhão de cidadãos (BORBA, 2019).

Infelizmente, apesar de serem fundamentais para a manutenção vida humana e para o equilíbrio do meio ambiente, estão sendo destruídas em escala mundial e com alta velocidade no século XXI ela sociedade (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015). Os principais motores que provocam o seu desaparecimento são a agricultura, por meio da drenagem e captação de água para irrigação em grande escala; a urbanização, por meio da contaminação da água com esgoto e/ou resíduos domésticos e com a mineração, por meio da escavação das planícies de inundação e construção de barragens. Soma-se a isso um ordenamento normativo que contempla apenas uma pequena porção destas áreas, sempre caracterizando-as pela cobertura vegetal, ou área inundada permanentemente, o que no Brasil pode ser caracterizado pelo incêndio florestal, desmatamento e drenagem das áreas inundadas temporariamente (OLIVEIRA *et al*., 2020).

Mesmo que o Brasil tenha assinado a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional no Decreto N° 1.905, de 16 de maio de 1996 (BRASIL, 1996), conhecida como Convenção de RAMSAR (1971), e ainda tenha 20% do seu território constituído por AU (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015), há poucos esforços em formular uma definição, classificação e promover estudos voltados para os usos sustentáveis das AU. Desta forma, ainda são consideradas áreas sem valor econômico, ecológico e/ou social, sem importância e descartáveis para as transformarem em uso agropecuário ou ocupadas pela urbanização (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015).

Para fundamentar um estudo das AU brasileiras, é primordial entender que elas apresentam configurações hidrológicas e morfológicas diferentes das demais AU de nível de água relativamente estável, que são mais frequentes em áreas temperadas e que têm sua dinâmica mais conhecida (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015). Essa diferenciação ocorre devido aos distintos tipos de revelo, vegetação e clima, que definem os processos hidrológicos, os quais influenciam se o nível da água é permanente ou não (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015). Ainda há uma grande lacuna sobre o conhecimento e classificação das AU continentais de ambiente tropical úmido e semiárido,

principalmente, as brasileiras. (OLIVEIRA *et al*., 2020).

A ausência de estudos e os baixos investimentos em pesquisas voltadas para a investigação destes ambientes resultam em uma lacuna de conhecimentos desses ambientes de alta fragilidade que estão submetidos a intensa pressão pelas atividades humanas. A partir deste cenário, considerando a necessidade de preservação da biodiversidade, a mitigação da mudança climática, os iminentes conflitos por usos dos recursos hídricos, a estocagem de carbono orgânico e nos 1 bilhão de empregos proporcionados pela preservação das zonas úmidas (BORBA, 2019), este trabalho tem como objetivo difundir a importância da preservação das AU do alto curso do rio São Francisco e sua correlação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), por meio da análise de políticas e ações dos municípios onde as lagoas marginais estão localizadas, segundo a pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC do IBGE (2017).

Os 17 ODS foram sancionados pela Organização das Nações Unidas, a fim de conseguirem cumprir as suas 169 metas da Agenda de 2030, que propõe uma ação mundial coordenada entre os governos, as empresas, a academia e a sociedade civil (PNUD, 2015). Os ODS foram criados com a necessidade de continuar o trabalho iniciado pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Como resultado, esperam conseguir erradicar a pobreza e promover vida digna para todos. E as AU ao armazenarem água durante a cheias, com a gradual e lenta devolução para os rios, filtrarem a água ao reter sedimentos, serem habitats para várias espécies de plantas e animais, estocarem carbono, serem moradias de populações tradicionais e ainda empregarem cerca de 1 bilhão de cidadãos, podem contribuir para o alcance das metas.

2. Metodologia

2.1 Descrição da área de estudo

Os municípios, em que as lagoas marginais estão localizadas são apresentados na Figura 1, compondo um total de 18 entre as regiões Centro-Oeste e Central do estado de Minas Gerais. A área integra o alto curso da bacia do rio São Francisco, na qual o rio nasce na Serra da Canastra e estende-se até a cidade de Pirapora, no centro-norte de Minas Gerais (CBHSF, 2019). Essa região compõe uma área de 111.804 km^2, do total de 639.219 km2 de toda a Bacia (CBHSF, 2019).

Este trabalho foi desenvolvido a partir da revisão bibliográfica da temática das AU e dos 17 ODS, no Brasil e no mundo. Também, foram coletados, selecionados e sumarizados dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais sobre os temas "Meio Ambientes" e "Gestão de Riscos e Resposta a Desastres". Sendo os dados ordenados no software Excel 2016 para cada município onde existem as lagoas marginais.

Com o propósito de verificar, quais ações e políticas os municípios do alto curso do rio São Francisco estão promovendo para garantir preservação de suas AU, foram analisadas as variáveis: apresenta órgão gestor do meio ambiente; recursos humanos na área do meio ambiente por vínculo e capacitação; conselho e fundo municipal de meio ambiente; parcerias para a realização ou manutenção de ações na área do meio ambiente; legislação ou instrumento de gestão ambiental; plano de gestão integrada de resíduos sólidos; programas em parceria com o governo federal; pagamento de serviços ambientais e impacto ambiental e/ou processo/ação que resulte em impacto no ambiente; e se também possuem gestão de riscos e resposta a desastres como seca; alagamentos e processo erosivo; enchente ou inundação gradual; enxurrada ou inundação brusca; escorregamento ou deslizamento de encosta e gerenciamento de riscos.

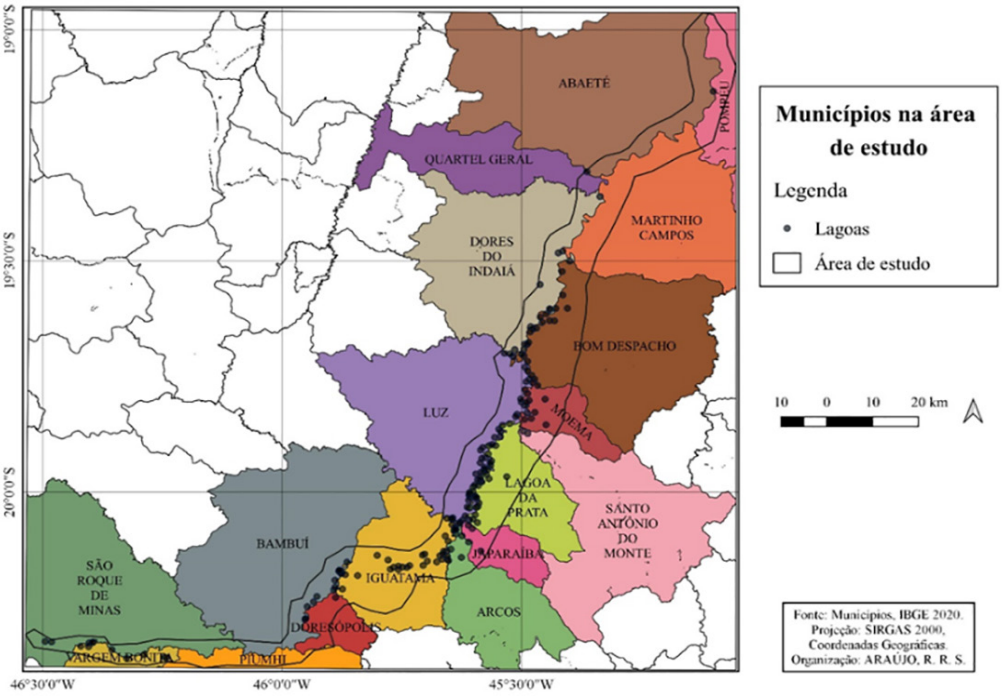


Figura 1: Munícipios na área de estudo.

Fonte: Os autores (2021).

3. Resultados e Discussão

3.1 Importância das AU para os ODS

Os 17 ODS, sancionados em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU), são metas para ajudarem os países membros cumprirem a Agenda de 2030 (PLATAFORMA AGENDA 2030, 2015). Ela visa a erradicação da pobreza, promover uma vida digna para todos, respeitando os limites do planeta. Os ODS podem ser agrupados, ou relacionados em categorias, ou dimensões da sustentabilidade, como na forma de uma pirâmide: Os objetivos 8°, 13°, 14° e 15° estão relacionados com a biosfera (voltado para a proteção ambiental), sociedade (garantir que todos tenham acesso a uma vida digna), economia (o desenvolvimento é um direito de todo cidadão, juntamente como sustentá-lo) e no topo da pirâmide: O 17° objetivo (fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, como pode ser visto na Figura 2.

A agenda 2030 e os ODS respondem aos grandes desafios da sociedade global para o século XXI e materializa o planejamento de ações na busca da sustentabilidade econômica, social e ambiental.

É essencial englobar a biosfera ao abordar sustentabilidade, pois é no meio ambiente em que todos estão inseridos. E, ainda, nele são extraídos os recursos que são necessários para a manutenção da sociedade. Garantir que gerações futuras também poderão desfrutar desses recursos é uma forma de promover a vida humana digna, considerando e preservando os ecossistemas. Ou seja, o desenvolvimento sustentável não propaga o não crescimento econômico, mas sim um desenvolvimento econômico em que o meio ambiente não seja degradado. Uma vez que, o local em que está inserido (meio ambiente) influencia na saúde da população, no seu desenvolvimento e para as futuras gerações.

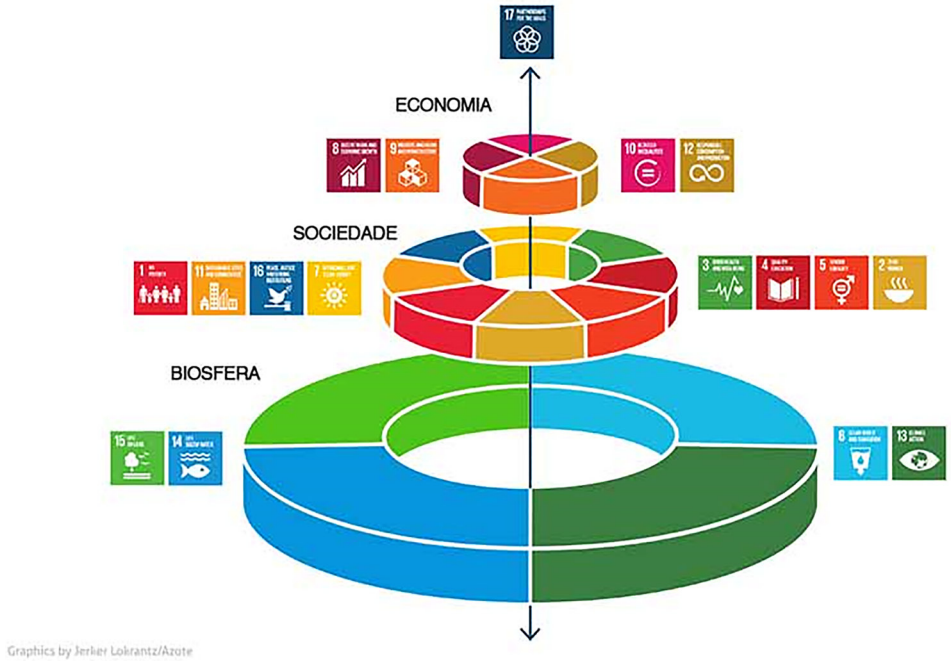


Figura 2: Dimensões de agrupamento dos 17 ODS.
Fonte: Plataforma AGENDA 2030

Como já citado, as AU são ecossistemas que oferecem serviços ambientais. Por serem consideradas também como ecossistemas, que são conjuntos dos fatores abióticos – elementos físicos e químicos em um habitat de populações, que são os fatores bióticos. A proteção dos elementos que formam a biosfera contribui também para a proteção das AU. E por prestarem vários serviços ambientais para a sociedade a sua preservação é crucial para que a sociedade alcance as metas da Agenda de 2030. Por isso, é necessário e muito oportuno correlacionar a necessidade de conservação das AU com os ODS principalmente para os objetivos vinculados à dimensão da sustentabilidade dos recursos naturais da biosfera. Para isso, foram consultados em vários bancos de dados as interações que se fazem possíveis entre as AU e os ODS, como pode ser verificado na Figura 3. A seguir estão as propostas específicas de interação entre os objetivos 8°, 13°, 14° e 15° e, consequentemente, às AU:



Figura 3: ÁREA ÚMIDA (AU) E A IMPORTÂNCIA DA SUA PRESERVAÇÃO
Fonte: Autoria própria

a) 08 – TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO: As AU fornecem vários serviços para a população, tais como: água para a agricultura irrigada, pesca, turismos e lazer, tratamento de água e meios de subsistência tradicionais (plantas medicinais, tinturas, frutas, entre outros). Sendo que essas operações empregam mais de 1 bilhão de pessoas (BORBA, 2019).
b) 13 – AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA: As AU atuam como reservatórios de elementos dos gases do efeito estufa, principalmente o carbono, chegando a absorver 30% das emissões terrestres (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015).
c) 14 – VIDA NA ÁGUA: Segundo a Convenção de Ramsar (1971), 40% das espécies vegetais e animais se reproduzem nas AU.
d) 15 – VIDA TERRESTRE: No Brasil, as aves limícolas, ao migrarem, frequentam AU que

constituem importante habitat para o seu abastecimento energético e realização das mudas (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIADE, 2018).

Contudo, é necessário ressaltar que a discussão do tema da sustentabilidade no século XXI exige uma abordagem e diálogo entre a biosfera, sociedade, economia e Estado, representado pelas suas pessoas políticas como União, Estados e Municípios. Assim, todos os governantes e líderes políticos dos países-membros têm compromisso em promover uma sociedade mais sustentável. Por isso, são apresentados os resultados da pesquisa da atuação dos munícipios para a conservação das lagoas marginais do alto São Francisco a seguir.

3.2 Políticas e ações municipais voltadas para a gestão das AU no alto curso do rio São Francisco

Os dados analisados representam informações para o ano de 2017 dos municípios: Abaeté, Arcos, Bambuí, Bom Despacho, Dores do Indaiá, Doresópolis, Iguatama, Japaraíba, Lagoa do Prata, Luz, Martinho Campos, Moema, Piumhi, Pompéu, Quartel Geral, Santo Antônio do Monte, São Roque de Minas e Vargem Bonita. Sobre a garantia da preservação das AU por parte dos municípios:

- 11 (61,1%) dos 18 municípios apresentam secretaria em conjunto com outras políticas setoriais como órgão gestor. Sendo que 11 dos 18 titulares desse órgão são homens entre 40-60 anos com ensino superior.
- 10 (55,5%) dos 18 munícipios participaram de capacitação promovida pelo governo federal na área de meio ambiente nos últimos 4 anos (período entre 2013-2017).
- 13 (72,2%) dos 18 municípios possuem Conselho e Fundo municipal de Meio Ambiente, com conselho de formação partidária. Tendo a área responsável pelo tema meio ambiente utilizado recursos financeiros específicos para serem utilizados no desenvolvimento de suas ações.
- 9 (50%) dos 18 munícipios apenas possuem consórcio público intermunicipal na área de meio ambiente. Os demais não possuem de quaisquer parcerias, tais como, Estado e/ou União, ou intermunicipal. Três munícipios (Bambuí, Lagoa do Prata e Vargem Bonita) não dispõem dados.
- 8 (44,4%) municípios (Abaeté, Dores do Indaiá, Iguatama, Japaraíba, Lagoa do Prata, Martinho Campos, Quartel Geral, Santo Antônio do Monte) possuem legislação ou instrumento de gestão ambiental existente no município, mesmo que esteja inserido na Lei Orgânica, Plano Diretor, Código Ambiental etc. e 7 (38,9%) não possuem legislação ou instrumento de gestão ambiental (Bambuí, Bom Despacho, Luz, Moema, Piumhi, Pompéu, São Roque de Minas). E, 3 (16,7%) munícipios não possuem dados (Arcos, Doresópolis e Vargem Bonita).
- 10 dos (55,5%) 18 municípios não possuem Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, nos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- 12 (66,7%) munícipios (Abaeté, Arcos, Dores do Indaia, Iguatama, Japaraíba, Lagoa do Prata, Luz, Martinho Campos, Moema, Piumhi, Quartel Geral e Santo Antônio do Monte) dos 18 não possuem programas implementados pelo governo municipal em parceria com o Governo Federal. E, os 6 (33,3%) municípios restantes (Bambuí, Bom Despacho, Doresópolis, Pompéu, São Roque de Minas e Vargem Bonita) não possuem dados.
- 15 (83,3%) dos 18 municípios não pagam diretamente por serviços ambientais – PSA.
- 10 (55,5%) dos 18 municípios possuem observação da ocorrência de algum impacto

ambiental e/ou processo/ação que resulte em impacto no ambiente nos últimos 24 meses.

- 12 (66,6%) dos 18 municípios foram atingidos pela seca nos últimos 4 anos (período entre 2013-2017). No ano da seca a maior perda foi financeira e nenhum dos municípios possui Plano de Contingência e/ou Preservação para a seca ou há intervenções nos municípios para evitar ou minimizar os danos causados pela seca.
- 17 (94,4%) municípios de 18 não foram atingidos por alagamentos nos últimos 4 anos. E 15 munícipios não foram atingidos por processo erosivo acelerado nos últimos 4 anos (período entre 2013-2017) sendo que Moema e Iguatama não possuem dados.
- 17 (94,4%) dos 18 municípios não foram atingidos por uma enchente ou inundação gradual. Apenas Iguatama não possui dados.
- 16 (88,9%) dos 18 municípios não foram atingidos por enxurradas ou inundações bruscas nos últimos 4 anos (período entre 2013-2017).
- 17 (94,4%) dos 18 municípios não foram atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas nos últimos 4 anos (período entre 2013-2017). Apenas São Roque de Minas que não possui dados.
- 14 (77,8%) municípios (Abaeté, Arcos, Bambuí, Bom Despacho, Dores do Indaiá, Doresópolis, Iguatama, Japaraíba, Martinho Campos, Moema, Pompéu, Quartel Geral, São Roque de Minas e Vargem Bonita) dos 18 não possuem dados sobre possível Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas.

3.3 Discussão

Os municípios da região de estudo de acordo com a seleção e a sumarização dos dados segundo a pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC do IBGE (2017), carecem de preparação/incentivo (principalmente por parte do Governo Federal) para preparação no sentido de prevenir/lidar/minimizar com possíveis impactos ambientais.

Contudo, muitas gestões, mesmo possuindo recursos e incentivo, não apresentam planejamento e gestão para proteção ambiental, como resultado, suas AU estão desprotegidas e os tomadores de decisão e a população estão desprevenidos para lidar com possíveis problemas ambientais, causados por secas, enxurradas, erosões, inundações, enchentes, deslizamentos. Desta forma, como resultado, há perda na conservação da biodiversidade, prejuízo com a mitigação da mudança climática, com os iminentes conflitos por uso dos recursos hídricos, com a estocagem de carbono. Ou seja, as AU presentes nessa região, são essenciais para a preservação do meio ambiente, e para atingir as outras dimensões da sustentabilidade, e importantes para alcançar os ODS da Agenda 2030, principalmente aqueles da biosfera, mas estão desprotegidas.

4. Considerações finais

A pesquisa conseguiu atingir seu principal objetivo: difundir a importância da preservação das AU do alto curso do rio São Francisco e sua correlação com os ODS, por meio da análise de políticas e ações dos municípios onde as lagoas marginais do alto curso do rio São Francisco estão localizadas, segundo a pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC do IBGE (2017).

Conservar as AU é promover uma boa qualidade de vida para todos os indivíduos e o meio em que estão inseridos. Consequentemente, é de extrema importância cumprir os 17 ODS, uma vez que seus propósitos são diretamente voltados a proporcionar vida digna a todos em todos os lugares alcançando todas as dimensões da sustentabilidade.

Portanto foi possível analisar e constatar que os munícipios em que as lagoas marginais do Alto curso do rio São Francisco estão localizadas carecem de recursos, pesquisas, ações, legislação, demarcação e capacitação para garantir que essas zonas úmidas estão sendo protegidas e, como resultado, evitando prováveis impactos ambientais. Pois, ao comprometer a existência dessas AU, estão, também, prejudicando a qualidade de vida e o bem-estar da população atual, do seu desenvolvimento e ainda das futuras gerações.

5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Minas Gerais pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa aprovado no Edital 87/2019 da Pró Reitoria de Inovação, Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG).

6. Referências

BRASIL. **DECRETO Nº 1.905, DE 16 DE MAIO DE 1996.** Planalto.gov.br. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/d1905.htm>. Acesso em: 16/02/2021.

BORBA, Yuri. **Dia Mundial das Áreas Úmidas**. SER Ambiental. Disponível em: <https://serambientaltingua.wordpress.com/2019/02/02/dia-mundial-das-areas-umidas/>. Acesso em: 13/02/2021.

CBHSF - O COMITÊ DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO. **A Bacia**. CBHSF. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em: 16 Feb. 2021.

CUNHA, Catia Nunes da Cunha; PIEDADE, Maria Teresa Fernandes; JUNK, Wolfgang J. **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats.** Cuiabá. EdUFMT, 2015.

DEPARTMENT OF AGRICULTURE, WATER AND THE ENVIRONMENT. **About Wetlands.** Disponível em: <https://www.environment.gov.au/water/wetlands/about#:~:text=Wetlands%20are%20a%20critical%20part,that%20are%20found%20nowhere%20else.>. Acesso em: 2/02/2021.

GOMES, Cecília Siman; MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira. CLASSES HIDROGEOMORFOLÓGICAS DE ÁREAS ÚMIDAS EM MINAS GERAIS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, 2020. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1794>. Acesso em: 03/02/2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSCA. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC | IBGE**. Ibge.gov.br. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?edicao=21632&t=sobre>. Acesso em: 29/01/2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Maçaricos e batuíras migram em direção ao Ártico.** Icmbio.gov.br. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/9602-macaricos-e-batuiras-migram-em-direcao-ao-artico#:~:text=Segundo%20a%20coordenadora%2C%20as%20aves,energ%C3%A9tico%20e%20realiza%C3%A7%C3%A3o%20das%20mudas>. Acesso em: 26/07/2020.

MOURÃO, Roberto. **CATEGORIA CONCEITOS - Comunidades Tradicionais: Ribeirinhos.** Ecobrasil.eco.br. Disponível em: <http://www.ecobrasil.eco.br/site_content/30-categoria-conceitos/1195-comunidades-tradicionais-ribeirinhos#:~:text=Povos%20ribeirinhos%20ou%20ribeirinhas%20s%C3%A3o,atividades%20extrativistas%20e%20de%20subsist%C3%AAncia>. Acesso em: 27/07/2020.

MOURÃO, Roberto. **Comunidades ou Populações Tradicionais.** Ecobrasil.eco.br. Disponível

em: <http://www.ecobrasil.eco.br/30-restrito/categoria-conceitos/976-comunidades-ou-populacoes-tradicionais#:~:text=Estima%2Dse%20que%20cerca%20de,Caboclos>. Acesso em: 27/07/2020.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **O desafio da professora de refugiados e migrantes na pandemia.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/107060-o-desafio-da-professora-de-refugiados-e-migrantes-na-pandemia>. Acesso em: 1/02/2021.

OLIVEIRA, Diego Alves de; RIBEIRO, Elizene Veloso; ALVES, Simone Fonseca; FONSECA, Venilson Luciano Benigno. **Mapeamento das áreas úmidas do alto curso do rio São Francisco: inventário, análise das lagoas marginais e avaliação da sua contribuição social e ambiental para o desenvolvimento sustentável.** IFMG. 2020. Projeto de pesquisa para o edital 87/2019 do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Ouro Preto.

PLATAFORMA AGENDA 2030. **Plataforma Agenda 2030. Acelerando as transformações para a Agenda 2030 no Brasil.** Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/ >. Acesso em: 01/02/2021.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **As Perguntas Mais Frequentes sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/undp-br-ods-FAQ.pdf>. Acesso em: 12/07/2020.

RAMSAR. **Ramsar.org.** Disponível em: <https://www.ramsar.org/>. Acesso em: 16/02/2021.

ROCHA, Jennifer. **Energia limpa.** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/energia-limpa.htm>. Acesso em: 27/07/2020.

SORVILLO, Hadassah. **Tomar mais água vai te ajudar nos estudos. Quer ver só?** Blog do Unasp. Disponível em: <https://www.unasp.br/blog/tomar-mais-agua/>. Acesso em: 26/07/2020.

WWF- BRASIL. **O que são áreas úmidas?** Wwf.org.br. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/areas_umidas/#:~:text=As%20%C3%A1reas%20%C3%BAmidas%20s%C3%A3o%20complexos,agricultura%2C%20reservat%C3%B3rios%20de%20hidrel%C3%A9tricas%20etc.>. Acesso em: 03/02/2021.

OCEANO E SOCIEDADE: PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A PROBLEMÁTICA DO PLÁSTICO NO AMBIENTE MARINHO

TÁLIS PEREIRA MATIAS
JULIANA LEONEL
ADRIANA MARIA IMPERADOR

Resumo
As relações existentes entre a sociedade e o oceano compõe um campo que transcende barreiras territoriais. A problemática do plástico no ambiente marinho tem origens enraizadas no modo de vida do Antropoceno e não limita-se apenas a uma região, pois possuem externalidades que afetam o ambiente e a sociedade em escala global. Compreender a interdependência entre estas relações e o papel da Educação Ambiental neste contexto pode auxiliar no enfrentamento do problema, que deve ser multifocal e multidisciplinar. Por meio de pesquisa bibliográfica este estudo visou avaliar a importância da Educação Ambiental no combate à poluição marinha por plástico, e como principal resultado enfatiza a demanda crescente de ações nesta área vinculada à outras práticas para o combate de um problema emergente que envolve ciência, política, meio ambiente, economia, educação e sociedade. Conclui-se que a dinâmica ambiental do plástico no ambiente marinho pode e deve ser trabalhada com urgência por educadores ambientais com apoio do poder público em escalas locais, regionais e globais, a curto, médio e longo prazo.

Palavras-Chave: Sustentabilidade; Resíduos Sólidos; Poluição; Conservação.

Abstract
The existing relations between society and the ocean make up a field that transcends territorial barriers. The problem of plastic in the marine environment has its roots rooted in the Anthropocene way of life and is not limited to just one region, as it has externalities that affect the environment and society on a global scale. Understanding the interdependence between these relationships and the role of Environmental Education in this context can help to tackle the problem, which must be multifocal and multidisciplinary. Through bibliographic research, this study aimed to evaluate the importance of Environmental Education in combating marine pollution by plastic, and as a main result emphasizes the growing demand for actions in this area linked to other practices to combat an emerging problem involving science, politics, environment, economy, education and society. It is concluded that the environmental dynamics of plastic in the marine environment can and should be worked with urgently by environmental educators with the support of the public authorities at local, regional and global scales, in the short, medium and long term.

Keywords: Sustainability; Solid Waste; Pollution; Conservation.

1. Introdução

O oceano comporta diversos processos fundamentais à manutenção da vida, além de ser uma fonte importante de recursos naturais. Este ambiente abriga ampla biodiversidade, comporta processos físicos, químicos e biológicos de forte impacto, como ciclos biogeoquímicos, e também é fonte de alimentos, energia, recreação, transporte, e tem importância na saúde e regulação das condições climáticas. Portanto, ele é um recurso indispensável à vida como um todo, demandando atenção e cuidado de todos que dele usufruem, direta ou indiretamente (COSTANZA, 1999; JACOBS et al., 2020).

Todavia, este ambiente vem sofrendo em decorrência da insustentabilidade do modo de vida vigente, baseado no consumo desenfreado de produtos perigosos aos ambientes marinhos e costeiros. Dentre os poluentes oceânicos a problemática associada ao plástico vem despertando o interesse e preocupação de autores na área (BISPO et al., 2020; HARTMANN et al., 2019), além de ser um tema popular por apresentar impactos ambientais mais perceptíveis pela sociedade (AVERY GOMM et al., 2019; LAW, 2017).

Embora seja um problema mais evidente, ele ainda representa um grande obstáculo a ser superado, o que reforça a implantação de ações coletivas no âmbito da Educação Ambiental para a busca por soluções participativas contribuindo para o engajamento das comunidades (IMENIS, 2020).

Desta forma, frisa-se a importância pela busca e aplicação de práticas, metodologias e processos voltados à conscientização, sensibilização, e ampliação da percepção ambiental sobre os impactos das atividades humanas no oceano e como estes impactos retornam para a sociedade trazendo prejuízos significativos a sua qualidade de vida. Este artigo fundamenta-se por meio de revisão bibliográfica qualitativa (MARCONI; LAKATOS, 2003; PEREIRA et al., 2018) para destacar a importância de práticas de Educação Ambiental neste contexto, tendo em vista a amplitude dos impactos ambientais e sociais decorrentes do modo de vida dominante, com foco na situação socioambiental do Brasil.

2. Metodologia

O presente trabalho é o resultado de pesquisa bibliográfica qualitativa (MARCONI; LAKATOS, 2003) e abordagem dialética (PEREIRA et al., 2018), considerando artigos científicos com conteúdo interdisciplinar entre impactos do plástico no oceano, suas relações com a sociedade, economia e o papel da Educação Ambiental. Além destes artigos científicos, dados oficiais do governo federal foram utilizados na pesquisa, assim como a observância da legislação pertinente ao tema.

Inicialmente foram discutidos os impactos de práticas insustentáveis no oceano enfatizando a importância de ações conjuntas e colaborativas. Em seguida foi realizada uma contextualização considerando os processos históricos e emergentes, realizando um balanço conceitual sobre perspectivas presentes e futuras. Por fim, destaca-se a importância e o papel da Educação Ambiental neste contexto.

3. Os impactos da insustentabilidade no oceano

O modelo de consumo vigente gera uma grande quantidade de resíduos dos mais diversos tipos, com uma gama de impactos ambientais muito ampla. Embora muitos destes efeitos ambientais, econômicos e sociais sejam percebidos por muitas pessoas, ainda há muito o que ser feito para melhorar a gestão dos resíduos sólidos no Brasil, tendo em vista os resultados alarmantes da situação dos lixões e aterros sanitários (FAGUNDES; MISSIO, 2019).

Ademais, as metodologias utilizadas para o levantamento da situação dos resíduos sólidos no Brasil carecem de consistência, assim como falhas normativas e de política no setor precisam ser superadas (FRANCESCHI et al., 2017; SILVA; CHAVES; GHISOLFI, 2016).

O consumo de embalagens no Brasil representa um grande potencial poluidor do oceano, considerando que no Brasil entre 2010 e 2019, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) registrou considerável incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano. Enquanto isso, a cobertura de coleta passou de 88% para 92%, o que é bom, mas verifica-se que ainda existem desafios a serem superados, uma vez que a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas para pouco mais de 29 milhões de toneladas por ano (BRASIL, 2020). Além disso, ainda deve-se considerar a importação de resíduos referente às embalagens pelo Brasil. A Figura 1 mostra os principais RSU importados em embalagens no país, que corresponde a cerca de 53% da importação plástico (ABRE, 2021).

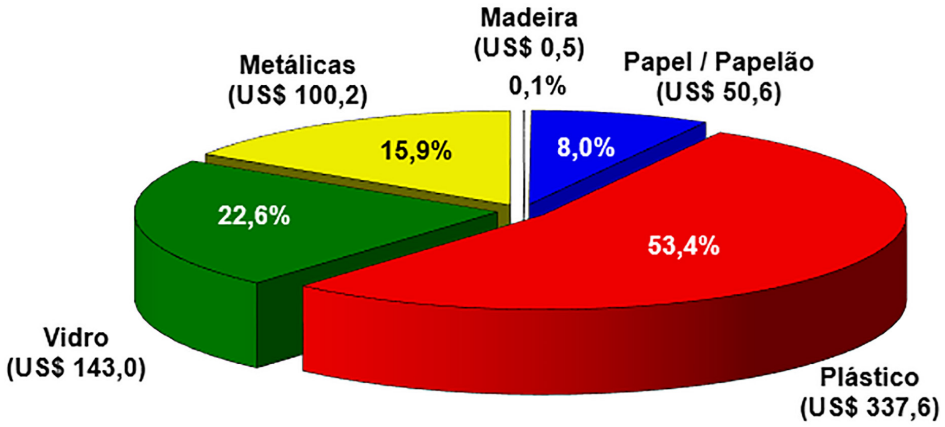


Figura 1. Consumo aparente de embalagens no Brasil.
Fonte: (ABRE, 2021).

Dentre os resíduos destacados os plásticos se sobressaem nos impactos no mar, onde podem contribuir para a propagação de espécies exóticas que utilizam os plásticos como transporte, causando danos gastrointestinais em diversos organismos, emaranhamento, entupimento de vasos, perda de biodiversidade, também podem adsorver e propagar poluentes, comprometer a harmonia paisagística além de outros impactos indiretos que afetam a economia e a sociedade (BAIA et al., 2020; FAGUNDES; MISSIO, 2019; SOBRAL; FRIAS; MARTINS, 2011; VILLARRUBIA-GÓMEZ; CORNELL; FABRES, 2018).

Além da produção de embalagens, que é responsável pelo maior percentual de plástico no Brasil, outros usos também são notáveis (Figura 2). Só no Brasil, são mais de 11 milhões de toneladas de plástico, o que coloca o país como quarto maior produtor deste resíduo no mundo, o que mostra que os desafios associados plástico devem ser trabalhados em diversas áreas, considerando que estes polímeros são poluidores ativos em todos os seus estágios de ciclo de vida, desde a extração de petróleo e gás até o seu processo produtivo e descarte inadequado (ZAMORA et al., 2020).

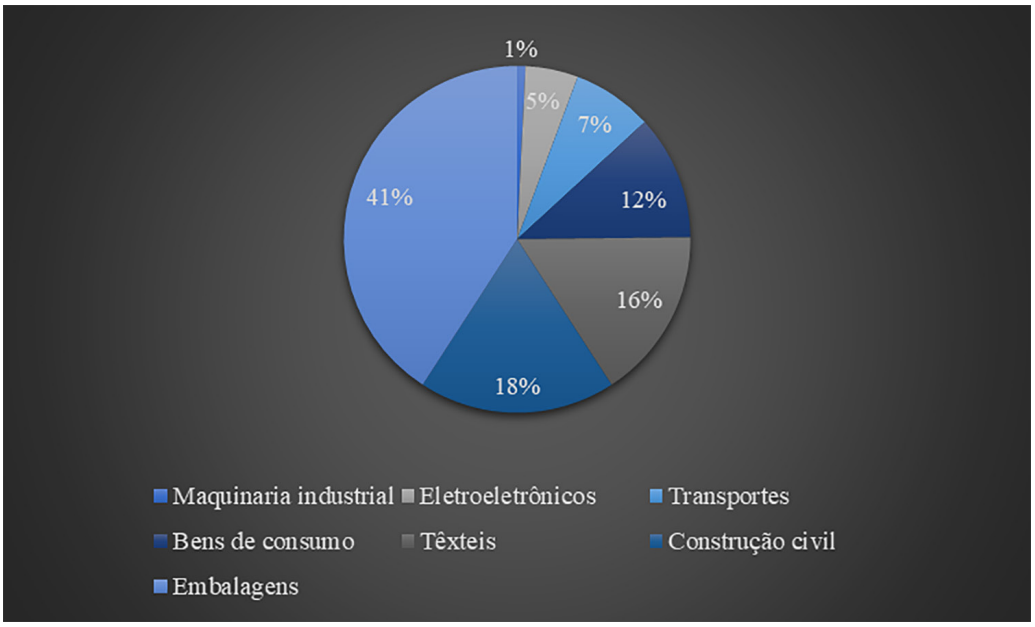


Figura 2: Uso de plástico no Brasil.

Fonte: Dos autores, adaptado de (ZAMORA et al., 2020).

Ainda é importante destacar que estes impactos não se restringem ao ambiente oceânico, a interdependência entre os ecossistemas e o desenvolvimento das sociedades ocorrem por diferentes formas. Os efeitos deletérios de poluentes como o plástico no oceano podem causar problemas como falta de alimentação (associado à pesca), redução do turismo, e prejuízos à saúde humana, além de aspectos difíceis de prever, tendo em vista a complexidade biogeoquímica dos oceanos e as suas implicações na sociedade e vice-versa (HATJE; DA CUNHA; DA COSTA, 2013; JACOBS et al., 2020).

As empresas de plásticos e petroquímicas estão cada vez mais atentas à crescente "guerra" contra os plásticos. E embora algumas empresas estejam começando a pelo menos reconhecer sua responsabilidade por essa poluição, elas ainda afirmam, agressiva e publicamente, que o consumidor é o verdadeiro culpado pela poluição do plástico. Isso está em desacordo com a realidade. O fato é que as marcas de consumo estão abrindo mercados em profusão em novas regiões – Ásia, África, América do Sul – plenamente conscientes de que na maioria das regiões a infraestrutura de resíduos e os sistemas de reciclagem estão muito atrás da maioria dos países do norte global (ZAMORA et al., 2020. p.9).

Desta forma, é importante que o poder público, as instituições, empresas e a sociedade trabalhem em conjunto, reconhecendo a importância da manutenção, equilíbrio e desenvolvimento sustentável num mundo em que todos habitam, interagem e coexistem.

4. De onde partimos, onde estamos e para onde vamos?

Tendo em vista a problemática abordada no tópico anterior, parte-se do pressuposto de que para a solução de problemas complexos, como os que foram discutidos, deve-se buscar soluções sistêmicas. Parte-se de um contexto em que as desigualdades sociais e os resultados do modelo de consumo neoliberal agregam impactos sem precedentes na história humana e repercutem ao redor do mundo sinalizando a necessidade de mudanças por modelos mais sustentáveis.

O capitalismo predatório e seu intenso ritmo de produção e exploração da indústria sobre fauna, flora e todos os recursos naturais sem um limite respeitado, os reflexos no aumento do

consumo e, consequentemente, na produção de resíduos sólidos, a degradação de rios, oceanos e outras fontes hídricas com efluentes industriais, domésticos e também resíduos, a poluição atmosférica, desmatamento e queimadas, o aquecimento global e as alterações climáticas já se mostravam como sinais da necessidade de uma mudança na relação sociedade x meio ambiente x economia. A pandemia do novo coronavírus se apresentou à sociedade como um "freio" do modo de vida o qual se era acostumado, provocando uma desorganização global e oferecendo uma oportunidade de se criar uma nova organização (SOUZA, 2020. p.7).

Em 2020, os resultados da pandemia provocada pelo novo coronavírus repercutiram também no oceano, uma vez que o fenômeno global interrompeu gravemente as políticas de redução de plástico, aumentado a geração destes resíduos, o que ressalta a importância da abordagem cidadã para a redução da poluição por plástico e ligações diretas entre política, indústria e pesquisa para o desenvolvimento sustentável (SILVA et al., 2020a).

A COVID-19 afetou diretamente o sistema de globalização e mobilização de serviços e pessoas. No Brasil, a produção de resíduos hospitalares aumentou, e muitos destes resíduos que deveriam ser incinerados acabam se perdendo e sendo encontrados em ambientes inadequados, como lixões, aterros, praias e ambientes costeiros e marinhos (RAMBO; DUTRA; CUBAS, 2020; REZENDE; SILVA; MARQUES, 2020). Além disso, devido à dependência de plástico para fins de segurança e higiene, a pandemia pode alterar o comportamento do consumidor frisando a importância da responsabilidade social, ação coorporativa, política e governamental (VANAPALLI et al., 2020).

As questões sobre oceano e sociedade ligam-se ao processo de globalização e demandam um conjunto de regulação territorial, considerando que o ambiente marinho também é um espaço de circulação material de produtos, indivíduos e de informação, pautadas por disputas por vantagens competitivas de empresas, cidades e regiões (RIO, 2018).

O momento atual ainda carece de atenção à interdependência entre oceano e sociedade, o que faz da Educação Ambiental uma ferramenta poderosa e urgente para a transformação social e para a melhoria e sustentabilidade das relações diretas e indiretas entre oceano e sociedade, buscando promover uma cultura oceânica (ocean literacy) de forma colaborativa entre cientistas e educadores, trabalhando o despertar e ampliação da percepção ambiental (IMENIS BARRADAS, 2020).

No futuro, a transição para materiais ecológicos e novas tecnologias sustentáveis será crucial para o combate a futuras pandemias. Embora as reversões e o relaxamento da proibição de plástico de uso único possam ser temporários, suas implicações prováveis na percepção do consumidor podem atrapalhar os objetivos traçados para o longo prazo de transição para uma economia circular (KAHLERT; BENING, 2020; VANAPALLI et al., 2020).

Além disso, os problemas indiretos associados aos impactos do plástico no ambiente marinho no contexto pós-pandemia também serão desafios que demandarão investimentos e gerarão impactos potenciais na sociedade, especialmente quando reconhece-se que a saúde humana está conectada e dependente da saúde dos ecossistemas, o que destaca a situação emergencial em investimentos na gestão de resíduos, educação e ciência para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis que possam reduzir os impactos ambientais do plástico (SILVA et al., 2020b).

O problema discutido é multifocal e deve ser atacado em diferentes frentes, visando substituir a competição e atritos entre as partes interessadas nos oceanos, pelo estímulo às alternativas econômicas mais sustentáveis, como a economia circular, medidas políticas de proteção ambiental e processos educativos que visem a mudança e quebra de paradigmas obsoletos danosos aos ecossistemas, à manutenção da vida e ao equilíbrio dinâmico entre o ambiente marinho e o desenvolvimento urbano.

5. Como e Por quê a Educação Ambiental?

A Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional que consiste em processos pelos quais os indivíduos e a sociedade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a qualidade ambiental e sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Considerando a problemática sistêmica dos assuntos levantados anteriormente, a Educação Ambiental possui o arcabouço necessário para contribuir para a resolução dos problemas destacados, por intermédio de metodologias específicas construídas para realidades locais, regionais e globais (SAMPAIO; SANTOS, 2020).

Para que projetos de Educação Ambiental sejam mais eficazes, é importante que cada vez mais tenham-se novas pesquisas na área, para que os educadores usufruam de fundamento atualizado representando pautas significativas de preocupação social (ANHÊ et al., 2020), como descreve um estudo feito na praia de Navegantes/SC, em que os pesquisadores construíram uma coleção didático-científica para a promoção de ações de Educação Ambiental quanto ao "lixo" marinho a partir de problemas relevantes da sociedade (ROSA; WIDMER, 2019).

Outros autores também destacam que, embora a prevenção ainda seja melhor do que a remediação, algumas alternativas criativas podem ser tomadas para a conscientização e sensibilização, como um trabalho realizado por alunos do ensino fundamental na construção de um protótipo para a retirada de resíduos do oceano (SOUZA et al., 2019). Esse tipo de trabalho promove o senso crítico e fortalece o envolvimento dos jovens para lidar com problemas reais.

A problemática do plástico no oceano pode e deve ser trabalhada, por meio de ferramentas da Educação Ambiental como a problematização e trabalhos lúdicos desde a infância (BRUCK; FERREIRA; MACHADO, 2020). Este tipo de trabalho vincula-se à ciência cidadã que pode desempenhar um papel suplementar grande e cada vez mais importante no futuro fornecimento de evidências, ciência e monitoramento dos oceanos, deixando claro a interdependência entre política oceânica e cidadania, embora a situação ainda demande outras soluções técnicas e especializadas (HYDER et al., 2015).

Ainda é preciso que as pessoas compreendam a magnitude dos impactos do plástico no oceano, assim como de outros poluentes. Os efeitos aos ecossistemas, às comunidades tradicionais, à economia e também à sociedade como um todo, devem ser objeto de atenção pela Educação Ambiental , que por sua vez deve ser estimulada pelo poder público, frisando que o problema cresce em relevância no Antropoceno (OLIVATTO et al., 2018).

Por fim, vale ressaltar que a poluição marinha por plástico é uma realidade que se impõe à sociedade nacional e internacional, causando muitos tipos de danos de caráter ambiental, social e econômico, demandando ações conjuntas e multidisciplinaridade para lidar com o problema.

6. Considerações Finais

A Educação Ambiental como ferramenta transformadora de valores sociais e promotora do conhecimento sobre aspectos relativos ao meio ambiente e sustentabilidade é fundamental para a melhoria da qualidade dos oceanos e mitigação/redução da poluição ambiental por plástico e outros resíduos.

Deve-se sempre ser lembrado o caráter multidisciplinar do problema abordado e da necessidade de estudos, pesquisas e decisões conjuntas, entre as diferentes partes interessadas no recurso marinho, visando o uso sustentável, conservação dos ecossistemas marinhos e ambientes costeiros.

A sociedade deve reconhecer e aceitar a interdependência entre as suas ações e os danos

causados aos ecossistemas marinhos derivados de práticas insustentáveis, buscando um modo de vida mais equilibrado que minimize os impactos ambientais nos oceanos e também à própria sociedade.

A implantação de projetos de Educação Ambiental no Brasil se faz urgente, pois é uma forte ferramenta que aliada à outras práticas também urgentes, como o desenvolvimento de novas tecnologias, redução, reciclagem e reaproveitamento de resíduos, pode trazer significativas mudanças na qualidade ambiental em curto, médio e longo prazo, também em escalas local, regional e global.

7. Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal de Alfenas (Unifal-mg), ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGCOceano) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

8. Referências

ABRE. **ESTUDO ABRE MACROECONÔMICO DA EMBALAGEM E CADEIA DE CONSUMO**. Disponível em: <https://www.abre.org.br/dados-do-setor/ano2019/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

ANHÊ, A. C. B. M. et al. Núcleo de Sustentabilidade e Educação Ambiental: a atuação da engenharia ambiental na trans-formação humana. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 5, p. 365–380, 2020.

AVERY GOMM, S. et al. There is nothing convenient about plastic pollution. Rejoinder to Stafford and Jones "Viewpoint – Ocean plastic pollution: A convenient but distracting truth?" **Marine Policy,** v. 106, n. March, p. 103552, 2019.

BAIA, B. G. F. et al. Plásticos e seus impactos ambientais. **International Studies on Law & Education**, v. 3, n. 4, p. 167–176, 2020.

BISPO, A. V. et al. A RECICLAGEM DO PLÁSTICO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O MEIO AMBIENTE. **REVISTA INTERFACES DO CONHECIMENTO,** v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2020.

BRASIL. **Lei no 9.795/1999 - Política Nacional de Educação Ambiental. Diário da República, 1a série - no 116**, 1999. Disponível em: <https://dre.pt/application/file/67508032>

BRASIL. **Panorama dos Resíduos no Brasil.** Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 21 dez. 2020.

BRUCK, S. C.; FERREIRA, G. K.; MACHADO, G. S. **Conscientização ambiental de estudantes sobre o descarte correto de plásticos.** 71a Reunião Anual da SBPC. Anais...2020

COSTANZA, R. The ecological, economic, and social importance of the oceans. **Ecological Economics**, v. 31, p. 199–213, 1999.

FAGUNDES, L. M.; MISSIO, E. Resíduos plásticos nos oceanos: ameaça à fauna marinha. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 3, p. 2396–2401, 2019.

FRANCESCHI, F. R. A. DE et al. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: uma discussão sobre a evolução dos dados no período 2003 2014. **Revista DAE**, v. 65, n. 206, p. 62–68, 2017.

HARTMANN, N. B. et al. Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris. **Environmental Science and Technology**, v. 53,

n. 3, p. 1039–1047, 2019.

HATJE, V.; DA CUNHA, L. C.; DA COSTA, M. F. Oceanografia e química: unindo conhecimentos em prol dos oceanos e da sociedade. **Quimica Nova**, v. 36, n. 10, p. 1497–1508, 2013.

HYDER, K. et al. Can citizen science contribute to the evidence-base that underpins marine policy? **Marine Policy**, v. 59, p. 112–120, 2015.

IMENIS BARRADAS, J. Os Oceanos Como Instrumento De Educação Ambiental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 2, p. 24–33, 2020.

JACOBS, Z. L. et al. Shelf-Break Upwelling and Productivity Over the North Kenya Banks: The Importance of Large-Scale Ocean Dynamics. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 125, n. 1, p. 1–18, 2020.

KAHLERT, S.; BENING, C. R. Plastics recycling after the global pandemic: resurgence or regression? **Resources, Conservation and Recycling**, v. 160, n. May, p. 104948, 2020.

LAW, K. L. Plastics in the Marine Environment. **Annual Review of Marine Science,** v. 9, n. 1, p. 205–229, 2017.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. 5o ed. São Paulo: ATLAS, 2003.

OLIVATTO, G. P. et al. Microplastics: Contaminants of global concern in the Anthropocene. **Revista Virtual de Quimica**, v. 10, n. 6, p. 1968–1989, 2018.

PEREIRA, A. S. et al. **Método Qualitativo, Quantitativo ou Quali-Quanti**. 1. ed. Santa Maria RS: UFSM, NTE, 2018.

RAMBO, A. A.; DUTRA, A. R. DE A.; CUBAS, A. L. V. Resíduo Hospitalar E Seu Impacto: Uma Revisão Da Literatura. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental,** v. 9, n. 0I, p. 341, 2020.

REZENDE, É. N.; SILVA, V. V. C. E; MARQUES, L. D. RESPONSABILIDADE NO DESCARTE DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL NA PREVENÇÃO DO COVID-19 PELAS. **Direitos Democráticos & Estado Moderno**, n. 01, p. 17–36, 2020.

RIO, G. P. DO. Mares e oceanos: novas fronteiras da regulação territorial? **Revista Brasileira de Geografia**, v. 63, n. 1, p. 61–72, 2018.

ROSA, C.; WIDMER, W. Diagnóstico do Lixo Marinho e Ações de Educação Ambiental na Praia de Navegantes/SC. **Metodologias e Aprendizado**, v. 2, p. 50–56, 2019.

SAMPAIO, C. P. DE; SANTOS, A. DOS. A CONTRIBUIÇÃO DO PENSAMENTO DE SISTEMAS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: TEORIA, METODOLOGIAS, MÉTODOS E FERRAMENTAS. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 7, p. 334–347, 2020.

SILVA, A. L. P. et al. Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. **Science of the Total Environment**, v. 742, p. 140565, 2020a.

SILVA, A. L. P. et al. Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. **Chemical Enginnering Journal**, v. 405, n. January, 2020b.

SILVA, A. R. DA; CHAVES, G. D. L. D.; GHISOLFI, V. Os Obstáculos Para Uma Efetiva Política De Gestão Dos Resíduos Sólidos No Brasil. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 26, p. 211, 2016.

SOBRAL, P.; FRIAS, J. F.; MARTINS, J. Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. **Ecologi@**, v. 3, p. 12–21, 2011.

SOUZA, A. K. F. DE et al. Liquática - Uma alternativa para redução do lixo nos oceanos. **Anais da Mostra Nacional de Robótica**. Anais...2019

SOUZA, L. DA P. DE. A pandemia da COVID-19 e os reflexos na relação meio ambiente e sociedade. **Revista Brasileira de Meio Ambiente,** v. 8, n. 4, p. 68–73, 2020.

VANAPALLI, K. R. et al. Challenges and strategies for effective plastic waste management during and post COVID-19 pandemic. **Science of the Total Environment**, v. 750, p. 141514, 2020.

VILLARRUBIA-GÓMEZ, P.; CORNELL, S. E.; FABRES, J. Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle. **Marine Policy**, v. 96, n. November 2017, p. 213–220, 2018.

ZAMORA, A. M. et al. **ATLAS DO PLÁSTICO Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos**. Primeira E ed. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll no Brasil, 2020.

O Estudo da Sustentabilidade da Atividade Salineira Junto às Comunidades na Região da Costa Branca, no Rio Grande do Norte

Samuel Vinícius Holanda Macena
Magda Cristina de Sousa
Jane Kelly Holanda Melo
Ludimilla Carvalho Serafim de Oliveira

Resumo
O presente estudo tem por finalidade analisar a sustentabilidade das áreas de exploração salineira na região da Costa Branca, Rio Grande do Norte. Como sabe-se, essa atividade acarreta em um forte crescimento econômico na região, mas também gera impactos ao meio ambiente por conta da má disposição dos resíduos, afetando tanto a fauna e flora local como pessoas que dependem de outras atividades para o sustento. Assim, é importante que se faça um estudo para analisar as condições de renda, qualidade de vida e da situação ambiental em que essas pessoas se encontram. Para tanto, foi feita uma pesquisa descritiva, de natureza quali-quantitava, cuja metodologia, de origem primária, através da aplicação de questionários à uma amostra selecionada aleatoriamente e com base no conceito de sustentabilidade para a análise dos dados em estudo. Por fim, concluiu-se que há geração de renda ao passo que as pessoas são contempladas com os indicadores de qualidade de vida, bem como, que as ações mitigáveis propostas, são suficientes para manter sob uma certa lógica de controle aceitável os impactos ambientais dela decorrente.

Palavras-Chave: produção; desenvolvimento econômico; qualidade de vida

Abstract
The present study aims to analyze the sustainability of salt exploration areas in the White Coast Region, Rio Grande do Norte. As is well known, this activity leads to Strong economic growth in the region, but it also impacts the environment due to the poor disposal of waste, affecting both local fauna and flora and people who depend on Other activities for sustenance. Therefore, it is important to conduct a study to analyze the indome conditions, life quality and the environmental situation in which these people find themselves.In this study, the application of questionnaires for data colletcion and the concept of sustainability for data analysis was adopted as a methodology. Finally, it was concluded that there is income generation while people are contemplated with life quality indicators, as well as thatthe proposed mitigating actions are suficient to mitigate the existing environmental impacts.

Keywords: production; economic development; life quality

1. Introdução

Nos últimos anos, tem se acirrado o debate em torno das questões ambientais. Nesse diapasão, as atividades econômicas têm estado na pauta dessas discussões como potenciais responsáveis, em maior ou menor grau, por situações de lesão ou ameaça de lesão ao meio como um todo.

Nesse contexto, a atividade salineira que no Brasil, tem sua origem na época colonial, e abolida do monopólio lusitano a partir do ano de 1801. (CASCUDO, 1995). Assim como qualquer atividade econômica, em que as empresas se submeteram ao processo de modernização, iniciado nos anos de 1950, no pós-guerra, onde passaram a desenvolver uma política de integração econômica, com o incentivo do capital estrangeiro, para agregar valor à cadeia produtiva, desde a produção até a comercialização do seu produto final, obedecendo a lógica do mercado. (BEZERRA et al, 2012). Com isso, o conceito de desenvolvimento econômico veio atrelado a impactos socioambientais, causados principalmente pelo despejo dos resíduos provenientes da produção por parte das empresas.

Os resíduos industriais quando descartados de maneira indevida trazem inúmeros impactos ao meio ambiente, em geral, e também, prejudicando principalmente as populações que residem ou circulam próximo a essas áreas. Apesar da atividade salina no Nordeste não apresentar impactos consideráveis como contaminações por metais pesados, poluição de rios, de ambientes aquáticos, grandes desmatamentos, poluição atmosférica, entre outros. Tem contribuído, para a degradação das áreas de mangue, devido ao despejo da água mãe, implantação dos evaporadores e deposição de material em áreas adjacentes causando destruição da fauna e flora local; poluição de estuários, degradação e infertilização do solo, decorrentes da disposição inadequada do resíduo, água mãe, que é uma salmoura altamente concentrada em sais de magnésio, e do carago, substância produzida nos cristalizadores, rica em sulfato de cálcio; impactos sobre a fauna silvestre onde há a retirada da vegetação e destruição de seu habitat. (BEZERRA et al, 2012)

O Estado do Rio Grande do Norte tem uma significativa e diversificada produção de bens minerais como granito, cerâmica, calcário, dentre vários outros, destacando-se a atividade salineira como uma das principais atividades geradoras de emprego e renda, onde se concentra cerca de 90% da produção nacional, com o Rio de Janeiro, Ceará e Piauí ficando com o restante. As exportações são o principal meio de escoamento do produto, ficando concentradas nos Estados Unidos e Nigéria, que juntos adquirem cerca de 90% da produção. (CARVALHO, 2012)

A principal região onde se produz o sal é a Costa Branca, situada no litoral norte do Estado que abrange, atualmente, 16 municípios, com destaque para Mossoró, Macau, Areia Branca, Grossos e Galinhos, principais cidades salicultoras. Como mostra o quadro 1, a concentração da produção do RN está nos municípios de Mossoró e Macau, que detém cerca de 75% da produção total, referentes aos anos de 2004 a 2007.

Quadro 1: Indústria extrativa mineral, produção de sal marinho por município (2004-2007). Produção (t)

Municípios	2004	2005	2006	2007
Total	4.813.418	5.344.483	4.918.197	5.066.241
Areia Branca	617.000	565.900	628.000	670.417
Galinhos	344.627	435.000	450.306	470.409
Grossos	250.314	297.036	337.942	322.823
Macau	1.977.877	2.158.000	1.824.391	1.794.000
Mossoró	1.623.600	1.888.547	1.677.558	1.808.592

Fonte: SIESAL (2008).

Segundo Bezerra et al (2012), o sal marinho foi um dos primeiros produtos minerais comercializados e exportados pelo Rio Grande do Norte, onde a exploração é extensiva nas regiões de Mossoró, Areia Branca, Macau, Grossos e Galinhos, desde 1802, e perdura até os dias atuais. O sal, mais precisamente o cloreto de sódio (NaCl), é um mineral encontrado na forma de sal gema, ou seja, cristalizada em rochas salinas ou diluído na água do mar, usado principalmente para cozinhar, conservar, para produção de ração animal, é largamente utilizado na indústria química, farmacêutica e alimentícia como matéria-prima para síntese de vários outros produtos, como também no desengorduramento de estradas. Nos países desenvolvidos, 50% do consumo de sal é destinado às indústrias químicas, 30% ao desengorduramento de estradas e o restante para as outras aplicações. (GEERTMAN, 2000).

Ainda segundo Bezerra et al (2012), no nordeste brasileiro, a região da Costa Branca, principal polo produtor de sal do Rio Grande do Norte, com mais de 90% da produção Estadual, concentra sua exploração nas salinas provenientes da água do mar, captada através de comportas, que é concentrada em tanques com aproximadamente 1ha de área, conhecidos como evaporadores. Daí, com a evaporação, a salmoura é transferida para outros tanques até que atinja uma faixa de 25 a 28 Bè, unidade de densidade específica para águas salinas. Após isso, o resíduo do processo, chamado de água mãe, é então descartado, normalmente para o mar, mangues ou estuários. Esse processo é realizado, utilizando apenas energia solar, o que garante isenção de impactos ambientais decorrentes desse processo.

Contudo, o cloreto de sódio recém colhido é exposto a um processo de lavagem, com uma água com densidade suficiente para evitar que haja a diluição do sal, para a eliminar de impurezas restantes. Depois é levado a estações de tratamento, em que o sal passa por processos de beneficiamento, onde há a adição de iodo, conforme prescreve a legislação em vigor, com o objetivo de evitar doenças como hipotireoidismo.

Todavia, a atividade tem sido apontada, sobretudo pelos ambientalistas, estudiosos e profissionais da saúde, agrônomos, ecologistas, entre outros, como uma das principais causadoras de poluição e degradação ao meio como um todo. Mesmo que no processo de obtenção do sal haja apenas a utilização de energia solar, o que evita qualquer tipo de poluição causada pela queima de combustíveis fósseis, esses impactos são atribuídos principalmente ao momento de implantação dos tanques, em que se faz necessária uma vasta área para se instalar os evaporadores e, normalmente, são áreas de mangue e também pelo despejo incorreto do resíduo, ou "água mãe" que é uma salmoura altamente concentrada em sais de magnésio, a qual é disposta de maneira indiscriminada no solo da região. Como também o "carago", que é um tipo de sal precipitado antes da cristalização do cloreto de sódio, o qual se forma nos cristalizadores, que apesar de não causar maiores impactos, torna-se preocupante pela quantidade produzida (BEZERRA et al, 2012).

Nessa direção, tem se verificado uma forte preocupação a respeito dessas práticas utilizadas pelas empresas, sobretudo por parte das comunidades próximas as áreas de exploração e produção no tocante aos impactos socioambientais, que comprometem a qualidade de vida dessas pessoas, trazendo situações desconfortáveis, advindos principalmente do forte odor exalado pela própria atividade, além do espaço se tornar inviável para outras atividades, sobretudo de lazer, tais como: banho, pesca entre outras.

Nessa perspectiva, a região da Costa Branca, principal polo produtor de sal no Rio Grande do Norte, apresenta condições favoráveis a um estudo de sustentabilidade nesses municípios por estar envolvida direta e/ou indiretamente nessa atividade, sobretudo, por propiciar emprego e renda.

Isso posto, essa pesquisa se justifica pela necessidade de um estudo de desenvolvimento sustentável para verificar se, do ponto de vista econômico, social e ambiental, esses moradores

que estão direta ou indiretamente envolvidos no ou pelo processo, de acesso ou aquisição de indicadores propiciados pela atividade como um todo e que possa estar contribuindo para a melhoria ou não da inserção de variáveis que influencie de forma negativa ou positiva na melhoria de vida dessas comunidades.

Esse trabalho tem como objetivo estudar a sustentabilidade econômica, (geração de emprego e renda) social (acesso a indicadores de qualidade de vida) e ambiental (indicadores ambientais) da atividade salineira junto a moradores, nos três municípios localizados na região do Polo Costa Branca, no Rio Grande do Norte.

O presente estudo adotou como procedimento metodológico para a análise dos dados, técnicas de estatística descritiva. Para os resultados, foram aplicados formulários as pessoas moradoras dos municípios selecionados ao acaso.

Assim sendo, acredita-se que o presente estudo traga contribuição que permita discussões e debates com vistas a melhorar a responsabilidade solidária que favoreça intervenções de atores envolvidos nesse processo, conforme preceitua a legislação brasileira, no tocante ao poder-dever de todos, voltado para o conceito de desenvolvimento sustentável.

2. Metodologia

No Rio Grande do Norte, encontra-se a região da Costa Branca, nome este em referência às paisagens locais, com a predominância das dunas brancas e as montanhas de sal branco, localizadas no centro e oeste do Estado, onde suas praias abertas dão a ideia de um deserto chegando ao mar. Nesse cenário a presente pesquisa considerou os municípios de Areia Branca, Grossos e Macau, por se constituírem em importantes produtores de sal nessa região, tendo como indicativo o ano de 2018.

Trata-se de uma pesquisa descritiva, de estudo exploratório. Para isso, foram utilizados dados obtidos por meio de coleta direta, oriundos do preenchimento de formulários, junto a dez moradores escolhidos ao acaso

Segundo o Grupo de Qualidade de Vida da Organização Mundial de Saúde (OMS) qualidade de vida refere-se à "percepção do indivíduo de sua posição na vida, no contexto da cultura e sistema de valores nos quais ele vive, em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações" (FLECK, 2008).

O IDH é um índice que quantifica o conceito de qualidade de vida, é um indicador usado para classificar os países em desenvolvidos, em desenvolvimentos e subdesenvolvidos. O cálculo é baseado a partir de dados de três parâmetros básicos: expectativa de vida ao nascer, educação e PIB. O resultado é ordenado segundo valores obtidos no cálculo, podendo ir de 0 (pior situação de desenvolvimento humano) até 1 (melhor situação de desenvolvimento humano). Segundo a ONU, o IDH é classificado como alto se for maior que 0,8; médio se for entre 0,5 e 0,79; e baixo se for menor que 0,49. (PNUD, 2018). Esses parâmetros são avaliados da seguinte maneira: A expectativa de vida leva em conta as condições de acesso à saúde da população. A educação leva em conta taxa de alfabetização de adultos e taxas de matrículas nos níveis primário, secundário e terciário combinados. A renda é medida a partir de dados do PIB per capita da população. (MINAYO, 2000)

Assim, para estudar a qualidade de vida em relação à atividade salineira nos municípios escolhidos foram considerados os indicadores como:

a) Educação - esse indicador foi mensurado, considerando-se a acessibilidade à escola pública e a meios de transporte para o deslocamento dos alunos na comunidade

b) Saúde - Para esse indicador foi considerada a acessibilidade a postos de saúde, os tipos de serviços de saúde e as campanhas de vacinação infantil.

c) Habitação - na determinação desse indicador considerou-se os aspectos de moradia da família no que se refere a: tipo de construção da residência e fonte de energia. Nesse indicador se considerou também os aspectos sanitários que foi composto a partir de três variáveis; 1º) Tipo de abastecimento d'água; 2°) Tipo de tratamento dado a água para consumo humano; 3º) Destino dado aos dejetos humanos; e 4º) Destino dado ao lixo domiciliar.
d) Lazer - Em relação a esse indicador, entrevistado foi inquirido sobre a infraestrutura de lazer disponível para ele e sua família, considerando-se os seguintes pontos: Nenhuma infraestrutura, existência de campo de futebol ou ginásio de esporte, existência de campo de futebol e salão de festas, e por último, existência de áreas verdes preservadas e bem cuidadas.

Nos últimos anos, a questão ambiental tem se constituído em um dos mais importantes temas de debates e pesquisas em todo o planeta.

Para Sousa (2005) atribuir à degradação ambiental somente a pressão demográfica e a pobreza não implicam em nenhum benefício para a solução do problema ambiental, uma vez que a maior emissão de poluentes, devastação e degradação tem sido implementada pelos países industrializados e que ainda oferecem resistência à nova concepção de desenvolvimento sustentável. As estatísticas apontam que uma grande fonte de contaminação ambiental além da indústria, é o setor agrícola e de mineralogia.

Desta feita, considerando que a atividade salineira se enquadra nesse contexto elencamos para esse estudo os indicadores a seguir:
a) Degradação de áreas de mangue - Provoca a remoção da cobertura vegetal. Alteração das camadas de solo, em face da abertura de canais. Implantação dos evaporadores e demais instalações. Decomposição de material em áreas adjacentes Degradação da fauna e da flora silvestres, próximas às áreas exploradas
b) Degradação da fauna e da flora silvestres, próximas às áreas exploradas - Decorrentes da retirada da vegetação e destruição de seu habitat. Migração de aves que se utilizam de regiões salineiras em suas escalas. Desaparecimento de faixas de marinhas decorrentes da exploração. Avanço das marés desintegrando dunas e áreas antes exploradas pela pesca. Avanço desordenado do mar e/ou de dunas
c) Degradação do solo e águas - Decorrentes da disposição inadequada dos rejeitos da produção, sobretudo a "água mãe". Morte da microfauna existente no mangue. Presença de grande quantidade do sulfato de cálcio e o carágua formado nos cristalizadores
d) Dentre os impactos ambientais gerados pela produção, conhece alguma medida mitigadora em uso para sua atenuação como: - Redução da área desmatada, evitando os manguezais e demais áreas de vegetação nativa para implantação da salina, otimizando as etapas de adução e evaporação, diminuindo a área destinada aos evaporadores. Despejo da "água mãe" no mar. Utilização do sulfato de cálcio e aproveitamento do "carágua" no capeamento de estradas internas das salinas. Uso de equipamento de proteção individual. Treinamento e orientação dos trabalhadores sobre riscos ocupacionais.

Nas últimas décadas, a preocupação com o meio ambiente tem ganhado contornos dramáticos, sobretudo do ponto de vista da degradação e destruição do meio como um todo. O que fez surgir uma série de debates e conferências, que propiciaram a construção do conceito de desenvolvimento sustentável, como o novo paradigma de desenvolvimento, uma vez que os tradicionais modelos existentes já não correspondiam a nova ordem global.

Para Tomê (2003), sustentável é aquilo que se pode manter, conservar; é o que pode permanecer e continuar, sem se esgotar, a partir dos processos de renovação, de conservação.

O Ministério para o Desenvolvimento Internacional – DFID (2003), conceitua as muitas dimensões de sustentabilidade distinguindo os aspectos ambientais, econômicos, sociais e

institucionais dos sistemas sustentáveis.

Para a sustentabilidade dos três municípios da região Costa Branca, aqui considerou-se: a) Indicadores econômico; b) Indicadores de Qualidade de Vida e, c) indicadores ambientais.

3. Resultados e Discussão

A ideia central do artigo admite que não se pode pensar em sustentabilidade sem que haja uma causalidade entre esta e os indicadores econômicos, sociais e ambientais. A análise teórica inicialmente permite compreender o relacionamento entre esses elementos, mas é na complementação da base empírica que podemos avaliar o confronto com os resultados observados nas entrevistas com os moradores dos municípios pesquisados.

Para compor os indicadores econômicos optou-se por se trabalhar o acesso ao emprego e a renda provenientes da atividade salineira, localizadas na região da Costa Branca como indutora de melhores condições de vida para os moradores dos municípios pesquisados.

Isso se deve ao fato de que o trabalho possibilita as pessoas melhorarem não só sua condição de acesso a bens materiais, provenientes da renda gerada a partir deste, como também melhorar sua sociabilidade, diante de apelos como a autoconfiança.

Os dados mostram que nos municípios de Areia Branca, Grossos e Macau, a maioria dos entrevistados trabalham nas salinas, com uma participação percentual de 70% da média dos três municípios. Esses dados evidenciam a importância da atividade na formação da renda desses entrevistados e seus familiares, quando se contabiliza que em algumas residências se tem até nove pessoas dependente dessa atividade.

Outro dado a se considerar é o grande número de mulheres, que tem na atividade, em média 70% da composição de sua renda familiar, na faixa que compreende entre 1 e 2 salários, embora conte com 30% de complemento na formação dessa renda com o auxílio do bolsa família, destacando-se Grossos, onde beneficia 50% das famílias pesquisadas.

Como o conceito de qualidade de vida engloba o acesso da população, a indicadores que contribuam para melhorar as condições de vida, sejam estas: materiais, morais e psicológicas.

De acordo com os dados expostos nos gráficos a seguir, registra-se que a grande maioria dos entrevistados disseram ter acesso à educação de qualidade, sendo Grossos, com 90%, o município com mais facilidade para esse acesso.

Quanto à saúde, a pesquisa mostrou que em Macau e Areia Branca toda a população tem acesso a postos de saúde. Contudo, registra-se para o município de Grossos, apenas 60% de acesso a esse indicador. O que pode ser explicado pelo fato de que, em algumas comunidades, há ausência de postos de saúde, o que dificulta o deslocamento por parte de alguns moradores até a unidade de saúde mais próxima.

O indicador informação ajuda a compor a qualidade de vida das pessoas, por contribuir na formação de indivíduos conscientes e críticos em relação aos problemas locais e globais. Como se pode constatar pelos dados apresentados pelos entrevistados há uma discrepância em relação ao seu acesso, verificado sobretudo no município de Areia Branca, onde os entrevistados têm o menor acesso à telefonia, computadores e consequentemente a redes sociais, seguido de Macau.

Outro fator importante para a qualidade de vida é a condição de moradia, já que é nela e em seu entorno que as pessoas passam a maior parte de sua vida e nelas buscam o seu conforto e privacidade. Para a maioria dos entrevistados, sua casa é própria, de tijolo com reboco e satisfazem as suas necessidades, como também lhe dão acolhimento satisfatório.

O mundo moderno trouxe para a civilização, importantes elementos que se somaram a uma cadeia de necessidades ditadas a partir de condicionantes padrões de comportamentos, que

fazem do lazer, indicador de qualidade de vida, ferramenta importante para equilibrar a sanidade das pessoas mediante a carga de estresse e pressão do dia a dia.

Das atividades de lazer que se encontram a disposição nas comunidades, as principais são campos de futebol ou ginásio de esportes, que representam 60% em Grossos, 50% em Areia Branca e 70% em Macau.

Do ponto de vista da coletividade, registra-se a pouca ou quase nenhuma opção de interação social com relação ao lazer nesses municípios pesquisados.

Mesmo considerando que para esses entrevistados tenha aparecido a frequência as igrejas com elevada pontuação, há que se destacar o pouco engajamento de políticas públicas que favoreçam a participação dos entrevistados em atividades de lazer que busquem despertar o interesse coletivo, contribuindo para tirar da frente da TV, das redes sociais ou dos jogos eletrônicos, principalmente os jovens e as crianças.

Os dados mostram que em Macau e Grossos, 100% dos dejetos humanos dos entrevistados são destinados a fossas sépticas, enquanto que em Areia Branca esse valor é de 90%. Quanto ao lixo domiciliar, em Macau e Grossos, é recolhido pela prefeitura em 100% das residências dos pesquisados. Em Areia Branca apenas 60% das residências tem seus lixos domiciliares recolhidos pela prefeitura enquanto que o restante, 40%, é queimado.

Embora, não seja uma prática recomendada, reconhece-se a importância de se dar cabo ao lixo, pois assim evita a contaminação e atrair vetores de vários tipos de doenças.

Outro ponto importante avaliado pela pesquisa foi a constatação de que em Macau e Areia Branca todas as residências de famílias pesquisadas têm saneamento básico, enquanto que em Grossos apenas 60%. A água dada ao consumo humano é, em 100% de todas as residências, água mineral adquirida no comércio local, o que dispensa a necessita de tratamento prévio para o seu consumo.

Os resultados trazem a composição dos indicadores ambientais, usados para efeito desse estudo e mostram que é um tema atual e corrente, já que se trata de uma atividade que tem nos manguezais, a implantação dos tanques, onde se faz necessário uma vasta área para se instalar os evaporadores e, também pelo despejo incorreto do resíduo, ou "água mãe" que é disposto de maneira indiscriminada no solo da região. Como também o "carago", um tipo de sal precipitado antes da cristalização do cloreto de sódio, que se forma nos cristalizadores. (BEZERRA, 2012)

Essas práticas têm trazido à tona, uma forte preocupação por parte das comunidades próximas as áreas de exploração e produção em relação aos impactos socioambientais, sobretudo no que concerne ao desconforto, advindos principalmente mau cheiro característico da atividade salineira, como também da privação de espaços, sobretudo no tocante ao indicador lazer.

Os mangues que são ecossistemas típicos de ambientes marítimos, onde abrigam uma enorme variedade de espécies de animais, uma vez sendo utilizados, mesmo depois de desativada as áreas da salina não voltam a se recomporem, tornando-se secas, arenosas e sem vegetação, com aparência típica de apicum (BANCO DO NORDESTE, 1999)

Para 90% dos entrevistados de Grossos a principal causa da degradação dos mangues é a remoção da cobertura vegetal, o que implica na destruição do habitat principalmente de crustáceos, além de implicar em prejuízos à migração de aves que se utilizam de regiões salineiras para fazerem suas escalas. Desaparecimento de faixas de marinhas decorrentes da exploração. Avanço das marés desintegrando dunas e áreas antes exploradas pela pesca. Avanço desordenado do mar e/ou de dunas.

Os dados revelam ainda, a degradação do solo e águas decorrentes da disposição inadequada dos rejeitos da produção, sobretudo a "água mãe", morte da microfauna existente no mangue além de constata por parte da maioria dos entrevistados a presença de grande quantidade do

sulfato de cálcio e o carágua formado nos cristalizadores.

Dentre as medidas mitigadoras, a maioria dos entrevistados apontaram a redução da área desmatada, evitando os manguezais e demais áreas de vegetação nativa para implantação da salina, otimizando as etapas de adução e evaporação, diminuindo a área destinada aos evaporadores. Despejo da "água mãe" no mar. Utilização do sulfato de cálcio e aproveitamento do "carágua" no capeamento de estradas internas das salinas. Uso de equipamento de proteção individual. Treinamento e orientação dos trabalhadores sobre riscos ocupacionais

Para Banco do Nordeste (1999), esses impactos ambientais negativos da produção de sal são controláveis e mitigáveis se forem consideradas essas orientações sugeridas e devidamente apontadas no citado manual (BANCO DO NORDESTE, 1999).

4. Considerações Finais

É clara a extrema importância da exploração do sal na Costa Branca para a economia norte rio-grandense, evidenciada por seus altos números de produção. Também fica claro a necessidade de se adequar esse crescimento econômico com as melhorias para a população próxima as áreas de exploração, como também os cuidados para que essa exploração não seja agressiva ao meio como um todo.

Como mostrado na pesquisa, o conceito de qualidade de vida traz uma importante análise para a condição das comunidades, como fica evidente que nessa região, onde há um forte crescimento econômico decorrente da exploração salina, as famílias residentes têm acesso à educação, saúde e uma situação de moradia, saneamento e destino aos dejetos satisfatória. O que mostra que, por mais que não seja da maneira mais ideal, esses indicadores de qualidade de vida vão sendo entregues às pessoas residentes dessas comunidades.

Portanto, a pesquisa permite concluir que há crescimento econômico, com a geração de emprego e renda dando a população uma situação financeira agradável, também mostra que há desenvolvimento social através do acesso aos indicadores de qualidade de vida, onde pode-se ver que há melhorias para a população o que trará uma expectativa de vida maior ao longo do tempo, como também há indícios que mostram a degradação ambiental ocorrida nessas regiões decorridas da atividade salineira, mas que são mitigáveis e controláveis.

5. Referências

BANCO DO NORDESTE. **Manual de impactos Ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais das atividades produtivas**. Equipe de elaboração Marilza do Carmo Oliveira Dias (Coordenadora), Mauri César Barbosa Pereira, Pedro Luiz Fuentes Dias jair Fernandes Virgílio. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999 297p.

BEZERRA, J. M. Aspectos econômicos e ambientais da exploração salineira no Estado do Rio Grande do Norte. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 2, p. 003-020, maio/jun. 2012.

CARVALHO, O. O. **Avaliação e diagnóstico do setor mineral do Estado do RN: 3° panorama do setor mineral do Rio Grande do Norte**. 2005b. Disponível em: <http://www.fapern.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/fapern/aplicativos/enviados/ver_convenio.asp?idconvenio=3>. Acessado em: 20 mai. 2012. (2005b)

GEERTMAN, R. M. Sodium chloride: crystallization. Akzo **Nobel Chemicals Research**, Arnhem, The Netherlands. 2000.

MINAYO, M. C. S; HARTZ, Z. M. A.; BUSS, P.. M. Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. **Ciência & Saúde**, p. 7-18, 2000

NEVES, E.; TOSTES, A. **Meio ambiente: a lei em suas mãos.** 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1998.

NEGRET, R. **Na trilha do desenvolvimento sustentável: ecologia, natureza e sociedade**. Brasília: Instituto Transdiciplinar de Desenvolvimento Sustentável, 1994.

SOUSA, M. C. de; KHAN, A. S.; PASSOS, A. T. B; LIMA, P. V. P. S. Sustentabilidade da agricultura familiar em assentamentos de reforma agrária no Rio Grande do Norte. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.36, n.1, p.96-120, jan-mar. 2005.

RODRIGUES, G. M. A. A proteção das florestas tropicais como tema de segurança internacional. **In**: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 3., 1999, São Paulo. **Anais**... São Paulo: IMESP, 1999. 272 p. p. 165-172

TOMÉ, M. V. F. Desenvolvimento sustentável é mito? Disponível em: <http:// www.projetoterrazul.hpg.ig.com.br/>. Acesso em: 13 maio 2003.

Padrões de Uso e Cobertura da Terra do Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão - MA

Thaís da Silva Rodrigues
Euclides Castro Gomes
Danyella Vale Barros França
Quésia Duarte da Silva

Resumo
A população urbana está em constante crescimento, pois a busca por uma qualidade de vida tornou-se incessante. Tal crescimento tem reflexo direto nas formas de ocupação do espaço geográfico, o que torna necessário a compreensão dos padrões de uso e cobertura da terra dos diversos ambientes. Neste sentido, o presente trabalho objetivou analisar os padrões de uso e cobertura da terra do médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão. A área de estudo possui uma área de 19, 25 km^2 e está situada na porção nordeste da referida ilha, abrangendo os municípios de Paço do Lumiar e São José de Ribamar. Para alcançar o objetivo proposto foi elaborado um mapa temático de uso e cobertura da terra, onde classificou-se a área de estudo em 3 classes, sendo elas solo exposto, área urbana e vegetação. Em relação ao solo exposto a área de estudo apresentou 31, 28%, a área urbanizada foi definida por 21, 65% e a vegetação apresentou o maior percentual, sendo ele 47, 07% da área de estudo. Entretanto, o crescente aumento da urbanização, afetou a dinâmica natural do médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão.

Palavras-Chave: Padrões de Uso; Cobertura da Terra; Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Santo Antônio.

Abstract
The urban population is constantly growing, as the search for a quality of life has become incessant. Such growth is directly reflected in the forms of occupation of the geographical space, which makes it necessary to understand the patterns of land use and coverage of the different environments. In this sense, the present study aimed to analyze the patterns of land use and coverage of the medium course of the Santo Antônio hydrographic basin, Ilha do Maranhão. The study area has an area of 19, 25 km^2 and is located in the northeastern portion of that island, covering the municipalities of Paço do Lumiar and São José de Ribamar. In order to achieve the proposed objective, a thematic map of land use and cover was prepared, where the study area was classified into 3 classes, namely exposed soil, urban area and vegetation. In relation to the exposed soil, the study area presented 31, 28%, the urbanized area was defined by 21, 65% and the vegetation presented the highest percentage, being 47, 07% of the study area. However, the increasing increase in urbanization has affected the natural dynamics of the medium course of the Santo Antônio hydrographic basin, Ilha do Maranhão.

Keywords: Usage Patterns; Land Cover; Medium Course of the Santo Antônio River Basin.

1. Introdução

As atividades antrópicas são caracterizadas como uma das principais causas da modificação da natureza, em decorrência da necessidade que o ser humano tem de usar e ocupar a terra. Bouchard *et al* (1997) destaca que a atividade humana constitui a maior força no processo de transformação da paisagem, embora existam situações onde o uso da terra seja cerceado pelas características físicas existentes.

Os estudos dos padrões de uso e cobertura da terra tem por finalidade a identificação dos tipos de alterações presentes no ambiente, seja ela positiva ou negativa. O termo uso, de acordo com o Instituto Brasileiro e Geografia e Estatística - IBGE (2006) refere-se ao modo como a terra é usada pelos seres humanos, estando, portanto relacionado à função socioeconômica.

A cobertura da terra está relacionada ao revestimento dos elementos físicos da superfície terrestre. Seabra (2012) enfatiza que os estudos que correlacionam a caracterização da cobertura da terra e a análise de seus diferentes usos e manejos são importantes ferramentas para a compreensão da intensidade e do tipo das mudanças em determinadas áreas.

A mudança ocorrente no uso e na cobertura da terra ao longo do tempo, em relação ao aumento da degradação dos recursos naturais, afetou diretamente a dinâmica de bacias hidrográficas urbanas, pois são um dos ambientes que mais sofrem alterações em consequência das atividades antrópicas.

Partindo destes pressupostos, a pesquisa tem por objetivo analisar os padrões de uso e cobertura da terra do médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão, uma vez que, a área em estudo encontra-se em processo de crescimento urbano, em decorrência do aumento da especulação imobiliária.

O médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio apresenta uma área de 19,25 km^2, limita-se ao norte com a bacia hidrográfica do Paciência, ao sul com a bacia do Jeniparana, a leste com o baixo curso da bacia do Santo Antônio e a oeste com o alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio. Abrange os bairros Pindaí, Morada Nova, Vila Nojosa, Sítio Natureza, Quinta, Piçarreira e Mercês (Figura 1).

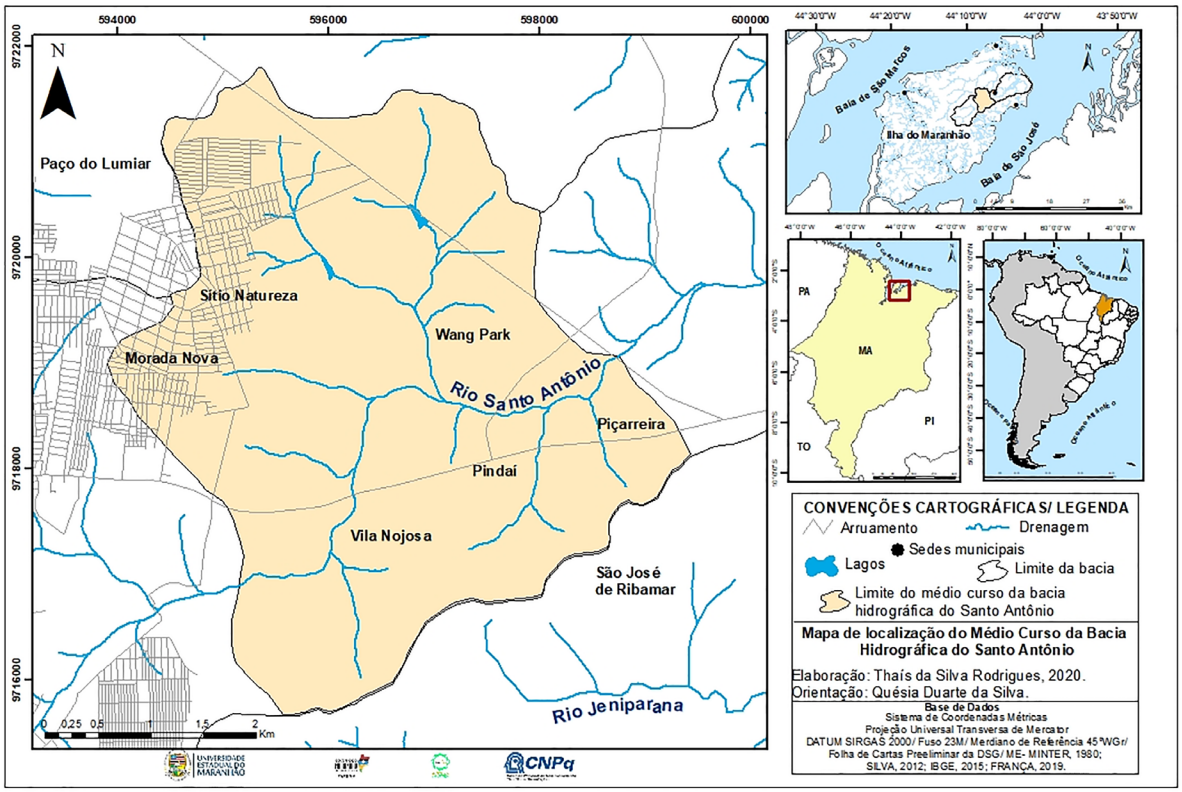


Figura 1: Mapa de localização do médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão

Fonte: Própria da pesquisa (2020).

2. Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto neste trabalho, realizou-se no primeiro momento pesquisas bibliográficas, em livros, *sites,* teses e dissertações para a compreensão dos conceitos utilizados neste trabalho.

Posteriormente, elaborou-se o mapa de uso e cobertura da terra do médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, com a utilização do *software ArcGis for Desktop Advanced*, versão 10.2, licença EFL999703439. Utilizou-se o Google Earth Pro para análise dos padrões de uso de toda a área de estudo e coleta da imagem. Através do processo de classificação supervisionada, pelo método da Maximum Verossimilhança gerou-se o mapa de uso e cobertura da terra da área em estudo, sendo definidas 3 classes de uso e cobertura da terra, onde a classe 1 representa solo exposto, a 2 área antropizada e a 3 vegetação.

Foi realizado um trabalho de campo no segundo semestre de 2020 para a checagem dos padrões de uso analisados em gabinete e para validação das informações geradas pelo mapeamento temático.

3. Resultados e Discussão

Ao logo dos anos, com a saturação de áreas urbanas em São Luís, capital do Estado do Maranhão, houve um escoamento da população para os demais municípios que compõem a Ilha do Maranhão. Assim, os municípios de São José de Ribamar e Paço do Lumiar começaram a passar por intensos processos de urbanização, porém, a população passou a ocupar as áreas ambientalmente frágeis como planícies fluviais e de maré, encostas íngremes, etc. Tal realidade

estendeu-se ao médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, ocasionando alterações no sistema de drenagem, como assoreamento dos canais, poluição das águas, através do despejo de efluentes e de descarte de resíduos sólidos, retirada da vegetação em seu entorno, entre outros.

O Decreto Estadual 34.847 de 14 de maio de 2019, regulamentado pela Lei nº 8.149 de 15 de junho de 2004 da Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos evidencia requisitos para a gestão dos mananciais, tendo como ações:

- Preservação: ação de prevenção contra destruição e qualquer forma de dano ou degradação de um recurso natural;
- Proteção: ação destinada a resguardar o recurso natural;
- Uso de recursos hídricos: toda e qualquer atividade que altere as condições qualitativas e quantitativas, bem como o regime das águas superficiais, ou que interfiram em outros tipos de usos;

A legislação vigente tem como finalidade a conservação dos mananciais e como análise das atividades ocorrentes no médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio utilizou-se o mapa de uso e cobertura para diagnosticar as alterações ocorridas no ambiente por meio dos padrões e uso ali instalados.

De acordo com o mapeamento realizado foram destacados três padrões de uso na área de estudo, o primeiro sendo solo exposto, o segundo áreas urbanas e o terceiro vegetação (Tabela 1). A partir dos cálculos estimados no mapeamento, têm-se 31,28% da área do médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio correspondente ao padrão solo exposto, inferindo-se como principal causa a retirada de cobertura vegetal sobretudo para fins de atividades antrópicas. Um dos agravantes deste padrão no médio curso, dá-se ao fato de após as precipitações formarem-se sulcos, ravinas e por fim voçorocas. Tais processos erosivos são difíceis de conter e/ou recuperar na área em questão gerando prejuízos ao ambiente e a comunidade que ali reside.

Tabela 1: Classificação dos Padrões de uso e cobertura da terra do médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão

TIPO DE USO E COBERTURA	CLASSES (%)
Solo exposto	31, 28
Urbano	21, 65
Vegetação	47, 07
TOTAL	**100,00**

Fonte: Própria da Pesquisa (2020).

As áreas urbanas, por sua vez, correspondem a um percentual de 21,65%, o padrão que apresenta a menor representação areal no médio curso, mas que tem impactado de forma direta o ambiente. Ao analisar este padrão, percebeu-se que existe uma grande quantidade de condomínios residenciais na área, o que tem causado o aterramento e/ou assoreamento de alguns canais de 1º ordem (Figura 2).

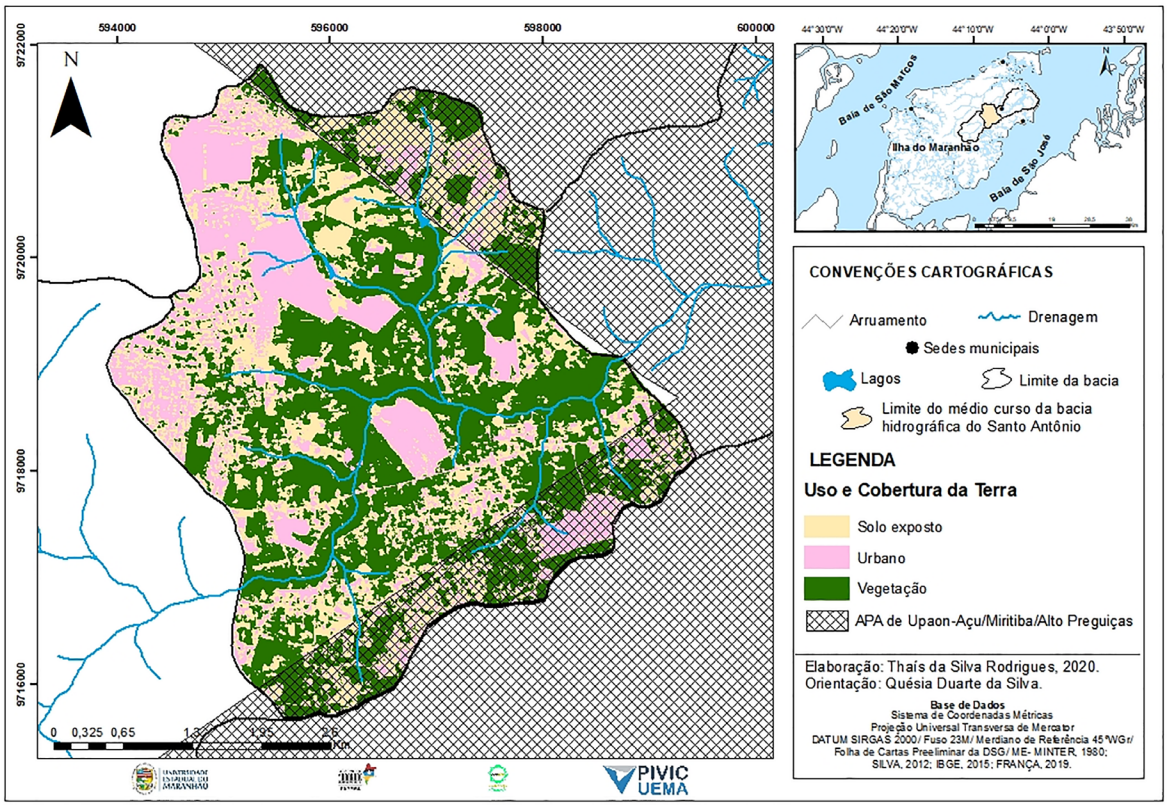


Figura 2: Mapa de uso e cobertura da terra do médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão
Fonte: Própria da pesquisa (2020).

As áreas de vegetações correspondem a 47,04% da área total, o que a caracteriza como o padrão de maior percentual em relação aos outros, porém, trata-se em sua maioria de vegetação secundária mista, de mata galeria sobretudo no canal principal e vegetação rasteira como gramíneas ao longo do médio curso.

Identificou na área de estudo uma Unidade de Conservação (UC) estadual pertencente à Área de Proteção Ambiental (APA) Upaon-Açú/ Miritiba/ Alto Preguiças criada pelo Decreto de nº 12.428 de 05 de junho de 1992, que abrange os municípios de Axixá, Bacabeira, Barreirinhas, Belágua, Cachoeira Grande, Humberto de Campos (antigo Miritiba), Icatu, Itapecuru Mirim, Morros, Paço do Lumiar, Presidente Juscelino, Primeira Cruz, Raposa, Rosário, Santo Amaro do Maranhão, Santana do Maranhão, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto São José de Ribamar, São Luís e Urbano Santos, a qual objetiva a proteção da fauna e da flora e manutenção dos ecossistemas presentes nas áreas dos municípios supracitados.

Na área pertencente à APA localizada no médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio observa-se certo adensamento populacional, o que tem sido responsável pela supressão da vegetação e consequente aumento de solo exposto, o que prejudica os mananciais presentes. Ao analisar especificamente esta situação, nota-se o descumprimento da Lei quanto ao uso e ocupação existente nas Áreas de Proteção Ambiental, o que gera problemas ambientais diversos para os sistemas ambientais presentes e a população ocupante.

No padrão de uso urbano destaca-se os condomínios residenciais localizados, sendo eles: Residencial Village dos Pássaros I, II e III; Residencial Novo Horizonte, Condomínio Margareth Alencar, Residencial Plaza das Flores, Residencial Cidade Verde, Residencial Portal do Paço, Condomínio Tracoá, além do Parque Aquático Wang Park.

O processo de urbanização atualmente é intenso e constante; as alterações nos tipos de

uso da terra trouxeram consequências para os corpos hídricos locais. Segundo Oliveira; Farias Filho (2010) um dos principais problemas das políticas de habitação têm sido o local onde são implantados os apartamentos, visto que geralmente desmata-se uma grande área verde, causando o assoreamento dos corpos hídricos.

Na área de estudo o quadro apresentado pelos autores supracitados é verídico, uma vez que os condomínios em sua maioria estão instalados em áreas de canais fluviais de primeira ordem, que em sua maioria foram aterrados para instalação de tais estabelecimentos. Outros, utilizam os canais para descarte dos dejetos líquidos oriundos dos residenciais.

As características desses residenciais revelam que há ocupações de domínio privado, assim como condomínios do programa social do Governo Federal Minha Casa Minha Vida, a exemplo deste último modelo o Residencial Novo Horizonte, localizado no município de Paço do Lumiar.

Os condomínios residenciais apresentaram características similares, no seu padrão de ocupação no espaço geográfico, no que tange as áreas escolhidas para a instalação dos mesmos. Ao total foram identificados 8 condomínios residenciais sendo identificados 2 condomínios em área de Unidade de Conservação, localizados na área da Área de Proteção Ambiental Upaon-Açú/ Miritiba/Alto Preguiças, sendo eles o Condomínio Margareth Alencar e o Condomínio Village dos Pássaros, por conseguinte outros em processos de construção.

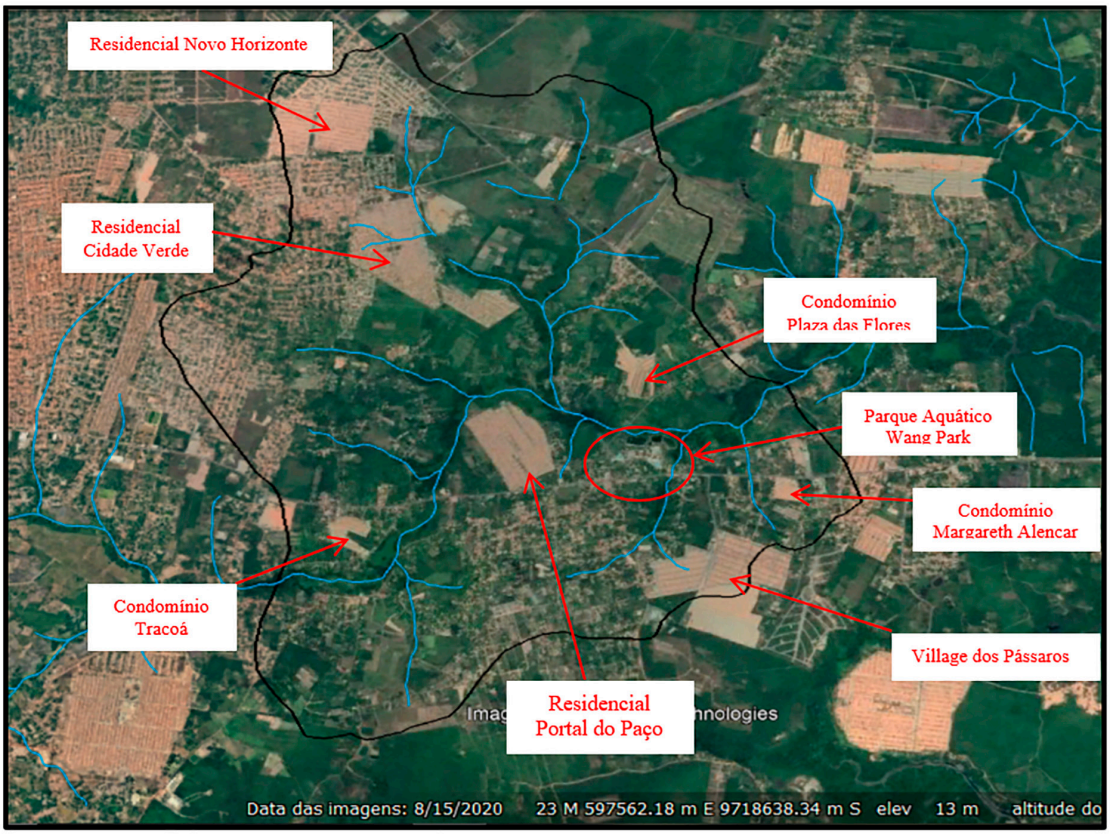


Figura 3: Representação da localização dos condomínios residenciais no médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão

Fonte: Própria da pesquisa (2021) – Google Earth Pro (2021).

A retirada da cobertura vegetal das Áreas de Proteção Permanente-APP também faz parte das alterações antrópicas mais recorrentes. De acordo com o Código Florestal Brasileiro na lei Nº 12. 651, de 25 de maio de 2012, são classificadas como APP's "as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito

regular [...]". Com larguras mínimas definidas de acordo com o tamanho dos cursos d'água.

Segundo Martins (2010) a presença de áreas protegidas legalmente implica no impedimento de ações degradantes, como o corte, a exploração, a supressão da vegetação, ou qualquer outro tipo de agressão ambientalmente danosa a esse espaço. Entretanto, a escassez desse limite é notória em praticamente todo o médio curso da bacia hidrográfica da área de estudo, pois para que a lei seja cumprida, é necessária a realização de vistorias e estudo da bacia hidrográfica, respeitando-se o limite da margem de cada canal.

Observou-se em campo que o médio curso apresentou perda da vegetação em seu canal principal, localizado próximo ao Parque Aquático Wang Park (Figura 4), assim como, o despejo de efluentes sem nenhum tipo de tratamento no canal fluvial (Figura 5).



Figura 4: Canal localizado próximo ao Parque Aquático Wang Park

Fonte: Própria da pesquisa (2020).



Figura 5: Despejo de efluentes no canal fluvial da área de estudo

Fonte: Própria da pesquisa (2020).

A construção de condomínios residenciais próximos aos canais fluviais acarretam tanto a dinâmica natural desses canais quanto a própria extinção dos mesmos. Em decorrência dessas

alterações na cobertura da terra, a população também passa por transtornos, como o aumento do escoamento superficial da água, devido à impermeabilização do solo e assoreamento dos canais fluviais. Segundo Tucci (2005), o desenvolvimento urbano pode provocar a obstrução do escoamento de canais de drenagem, através de aterros, pontes, e drenagens inadequadas. Nesse sentido, muitas das alterações ocorridas na bacia hidrográfica, são irreversíveis.

É através das análises dos padrões de uso e da cobertura da terra que se compreende a relação do ser humano com o meio. E como o não planejamento das ocupações urbanas é prejudicial para ambas às partes.

4. Considerações finais

O médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio está em constante processo de urbanização, sendo cada vez mais notórias as modificações em toda a sua área. Os avanços da urbanização nas áreas de canais de drenagem e o aumento da supressão vegetal justifica o desequilíbrio ambiental cada vez mais frequente na região. Deste modo, a falta de planejamento territorial é prejudicial tanto para a população local como para os recursos hídricos.

A pesquisa identificou que 31, 28% da área de estudo é caracterizada por solo exposto, sendo um fator alarmante em decorrência da supressão vegetal, para determinados fins, seja ele residencial, comercial ou industrial. Para o padrão de uso urbano identificou-se 21, 65% de área, sendo este padrão caracterizado principalmente por condomínios residenciais e chácaras. O padrão vegetação corresponde a 47, 07% da área de estudo, o que pode ser considerado como um valor relativamente alto em relação às outras classes, porém, a velocidade com que esse quantitativo pode diminuir, torna-se preocupante.

A compreensão dos padrões de uso e cobertura da terra e as alterações que exercem no meio indicam que muito há a ser estudado e planejado. Todas as modificações ocorrentes no médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, assim como as análises do seu estudo, servem como instrumento para um planejamento territorial adequado, visando à preservação e manutenção dos seus canais de drenagem.

6. Referências

BOUCHARD, A.; DOMON, G. **The transformations of the natural landscapes of the Haut-Saint-Laurent (Quebec) and their implications on future resource management**. Landscape Urban Plann. v. 37, p. 99–107, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Número 7. 2ª Edição. Rio de Janeiro: IBGE. 2006. 178p.

MARTINS, P. T. A., 2010. Áreas prioritárias à preservação e à recuperação de comunidades florestais naturais: estudo de caso no entorno das represas da Bacia Hidrográfica do Alto Vale do Paraíba, São Paulo. Revista Brasileira de Geografia Física 3, 139-145.

OLIVEIRA, M. S; FARIAS FILHO, M. S. **Geografia da Ilha do Maranhão.** FARIAS FILHO, Marcelino Silva; CELERI, Marcio José (org.)- São Luís, MA: EDUFMA, 2015. 290 p.1 Edição- Revista e Ampliada.

SEABRA, V.S. **Análise da Paisagem em apoio aos estudos de favorabilidade à recuperação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São João.** Tese (Doutorado em Geografia). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012. 244p.

TUCCI, C E M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Rio Grande do Sul: Ministério das Cidades, 2005. 192 p.

PAISAGISMO E ARBORIZAÇÃO: PROPOSTAS PARA UMA CIDADE DA REGIÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

BRENDA TAMIRES CONCEIÇÃO E SÁ
MARIANA BRITO DE LIMA
FRANCISCO WEDSON FAUSTINO

Resumo
Este artigo avalia algumas possibilidades na utilização do paisagismo e arborização para a cidade de Juazeiro do Norte, localizada na região do semiárido cearense, para o ajustamento e melhoria das condições microclimáticas urbanas e considerando que o clima urbano apresenta alterações no aumento da temperatura do ar devido à ausência de vegetação ou da sua utilização inadequada para o clima de região. Acredita-se que a vegetação é um dos aspectos que, sob a interferência do homem, pode contribuir para a melhoria ou construção de microclimas adequados ao conforto ambiental, pois ela atua sobre os elementos climáticos em microclimas urbanos, contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e para amenizar a poluição do ar. Verificou-se que a cidade em questão tem carência de vegetação nativa em parte dos espaços públicos livres, necessitando de um trabalho mais efetivo por parte do poder público municipal, bem como um comprometimento e envolvimento da comunidade com a questão ambiental. Indica-se, assim, a rearborização com novas espécies, utilizando-se preferivelmente espécies adaptadas à Caatinga, mas também introduzindo algumas espécies exóticas apropriadas, especialmente as de outros biomas de características semelhantes, como as do Cerrado, ou de biomas mais próximos regionalmente.

Palavras-chave: Vegetação; Clima semiárido; Adequação ambiental.

Resumen
Este artículo evalúa algunas posibilidades en el uso de paisajismo y forestación para la ciudad de Juazeiro do Norte, ubicada en la región semiárida de Ceará, para el ajuste y mejoramiento de las condiciones del microclima urbano y considerando que el clima urbano presenta cambios en el aumento en la temperatura del aire debido a la ausencia de vegetación o su uso inadecuado para el clima de la región. Se cree que la vegetación es uno de los aspectos que, bajo la interferencia del hombre, puede contribuir al mejoramiento o construcción de microclimas aptos para el confort ambiental, ya que actúa sobre los elementos climáticos en los microclimas urbanos, contribuyendo al control de la radiación solar. temperatura y humedad del aire, viento y lluvia y para aliviar la contaminación del aire. Se encontró que la ciudad en cuestión carece de vegetación nativa en parte de los espacios públicos gratuitos, requiriendo un trabajo más efectivo por parte del gobierno municipal, así como un compromiso e involucramiento de la comunidad con el tema ambiental. Así, se recomienda reforestar con nuevas especies, preferiblemente utilizando especies adaptadas a la Caatinga, pero también introduciendo algunas especies exóticas apropiadas, especialmente aquellas de otros biomas con características similares, como las del Cerrado, o de biomas más cercanos regionalmente.

Palabras-clave: Vegetación; clima caliente y seco; Adecuación ambiental.

1. Introdução

Reconhecidamente, as cidades localizadas em regiões de clima semiárido apresentam as suas edificações como o principal refúgio das pessoas durante os períodos climáticos mais hostis, necessitando de construções que apresentem uma grande inércia térmica, devido às altas amplitudes de temperatura diárias. O clima quente e seco, por apresentar mais adversidades quanto ao conforto do ambiente, indica uma necessidade maior de criação de microclimas e, portanto, adaptações urbanísticas e construtivas que amenizem e atendam ao ser humano no que diz respeito ao conforto ambiental.

Verifica-se que a qualidade ambiental das cidades está intimamente ligada a componentes climáticos e, sobretudo, à ação do homem na geração dos problemas climato-ambientais. Esta relação entre clima e a urbanização é denominada 'clima urbano' e, segundo Mascaró (2004), "qualquer análise inicial para o estudo de um clima urbano requer observação tanto da topografia do sítio como dos modelos de morfologia urbana e do grande número de combinações que podem existir". Fala-se então dos microclimas criados na cidade devido a sua urbanização. No microclima são levados em consideração os efeitos das ações humanas sobre o entorno, assim como a influência que estas modificações exercem sobre a ambiência dos edifícios.

A vegetação é um dos aspectos que, sob a interferência do homem, pode contribuir para a melhoria ou construção de microclimas adequados ao conforto ambiental, ela atua sobre os "elementos climáticos em microclimas urbanos, contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e para amenizar a poluição do ar" (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010). No entanto, mesmo com o aumento no conhecimento acerca dos benefícios de preservar, manter e inserir a vegetação no espaço urbano, observa-se na maioria das grandes e médias cidades brasileiras espaços arborizados de baixa qualidade, indicando uma carência de vegetação arbórea (CAICHE, 2020).

Este trabalho pretende avaliar algumas possibilidades na utilização do paisagismo e arborização para a cidade de Juazeiro do Norte, localizada na Região do Semiárido Cearense, para o ajustamento e melhoria das condições microclimáticas urbanas, considerando que o clima urbano apresenta alterações no aumento da temperatura do ar devido à ausência de vegetação ou da sua utilização inadequada para o clima da região.

2. Vegetação e Microclima Urbano

Particularmente a partir da Revolução Industrial, a utilização de áreas verdes e jardins nas estruturas internas da cidade passou a ser sinônimo de melhoria da qualidade ambiental. A este princípio, Ebenezer Howard denomina "Teoria dos três magnetos": área natural = salubre; área urbana = ambiente muito modificado e insalubre; área urbana arborizada = ambiente equilibrado. Para Albuquerque (1984), a arborização representa algo de grande importância para a qualidade de vida humana, agindo simultaneamente sobre o lado físico e mental do homem. Pois, se por um lado contribui para a formação e o aprimoramento do senso estético, por outro desempenha funções vitais para a saúde.

A intensidade da urbanização, em termos de espaço físico construído, altera significativamente o clima urbano. É evidente que essas alterações variam de uma cidade para outra em virtude da intensidade e morfologia do uso do solo, do processo de crescimento urbano e das características geoecológicas do lugar. Dessa forma, deve-se analisar as variações do ambiente urbano nos vários níveis, tais como bairros, ruas, casas e ambientes internos.

O perfil urbano, tanto no plano vertical como no horizontal, desempenha um fator condicionador em relação ao comportamento dos atributos climáticos. Segundo Lombardo

(1990), pesquisas de climatologia que mostram o fato de o centro das cidades ser mais quente do que as áreas adjacentes já são conhecidas há mais de um século, desde o estudo pioneiro, datado de 1818, realizado por Howard sobre o ambiente de Londres e o de Chandler realizado especificamente sobre clima urbano de Londres. Uma das mais significativas expressões dessas alterações climáticas diz respeito aos valores de temperatura e concentração de poluentes.

As mudanças geradas pelo homem na estrutura urbana sobre o ambiente afetam de forma significativa alguns atributos do clima, modificando o caráter do solo e da vegetação próxima, que por sua vez resultará em alterações posteriores do clima local, tais como na temperatura, umidade, pluviosidade, mecanismo dos ventos locais, nebulosidade e a qualidade do ar, fatores estes responsáveis, em linhas gerais, pelas condições de conforto ambiental reinante sobre as cidades (DREW, 2014).

A vegetação apresenta várias funções referentes a questões sociais, ecológicas e estéticas. As árvores elevam a umidade do ar, atenuam a temperatura, melhoram a qualidade de vida humana e contribuem para o conforto, bem-estar e lazer das pessoas (PEREIRA, 2017). Atualmente, a arborização urbana apresenta uma elevada relevância, em que abrange planos, projetos urbanos, gestão urbana e programas urbanísticos das cidades. Isso ocorre porque a arborização urbana não beneficia somente as questões ambientais, mas também ajuda a melhorar a qualidade de vida e a autoestima e bem-estar da comunidade (JARDIM e LOPES, 2020).

A vegetação é um importante elemento na transformação e controle da incidência da radiação solar sobre as edificações. Ela contribui para a absorção da radiação solar pelo efeito da fotossíntese e transforma o ganho solar em atividade metabólica, diminuindo a temperatura (NEVES, 2017). Segundo Mascaró (2004), a reflexão da radiação solar depende da morfologia e das características físicas das plantas, mais especificamente do albedo da superfície foliar, que pode chegar à cerca de 30% da superfície total e que pode absorver em média 50% da radiação de onda curta e 95% da radiação de onda longa. Logo, a vegetação pode ser utilizada para interceptar os raios solares que incidem sobre as paredes das edificações, produzindo sombra sobre estas fachadas e diminuindo assim os ganhos térmicos e o consequente aquecimento no interior das mesmas (SATTLER, 2004).

A altura das plantas, a idade e o tipo de folhagem das espécies arbóreas modificam a iluminância sobre a cobertura vegetal. Em áreas tropicais semiáridas, como a cidade objeto deste estudo, onde o nível de iluminância externo é muito alto, a sua redução e a redução da reflexão pelas superfícies das paredes é importante para o estabelecimento do conforto e para o descanso da retina.

As várias camadas de copa ampliam a absorção da radiação solar e a estratificação da temperatura do ar sob a vegetação; o controle da radiação solar, associado ao aumento da umidade do ar, faz com que a variação da temperatura do ar seja menor, reduzindo a amplitude térmica sob a vegetação (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010). A umidade em ambientes com vegetação está relacionada à evapotranspiração. O efeito evaporativo depende do albedo, morfologia, rugosidade, resistência articular da superfície foliar e, principalmente, da área total de superfície foliar (AZERÊDO, 2017).

Ademais, a vegetação reduz a incidência da precipitação sobre o solo, retendo a água por mais tempo no ambiente e altera a concentração da umidade na atmosfera e nas superfícies adjacentes. Deve-se destacar que, geralmente a somatória da área foliar, principalmente em espécies de folhas grandes e perenifólias, é muitas vezes maior do que a projeção de sua área de copa, aumentando, portanto, várias vezes a sua evaporação, por exemplo, em comparação às superfícies de água, que são áreas planas.

3. Caracterização da Área de Estudo

A cidade de Juazeiro do Norte, localizada na Região Metropolitana do Cariri, sul do estado do Ceará, apresenta um clima de transição entre tropical quente semiárido e tropical quente semiárido úmido, sua economia é movida pelo comércio, acarretado pelo turismo religioso. Essa cidade apresenta uma área territorial de 258.788 Km^2 (IBGE, 2020), e uma população estimada de aproximadamente 276.264 pessoas (IBGE, 2020).

A história do Município de Juazeiro do Norte apresenta singularidades políticas, geográficas e, sobretudo, sociais que vieram diferenciar a trajetória do povoado, que data do século XVIII, no cenário da região do Cariri e de todo o Ceará, transformando-o numa das cidades mais importantes do Estado.

Juazeiro do Norte é caracterizado como uma cidade de médio porte, ou seja, com população entre 100 e 500 mil habitantes (MORSCH; MASCARÓ; PANDOLFO, 2017) e está localizado no centro do Nordeste, pertencendo a terras típicas do Sertão Semiárido. Localização norte, latitude 7º 133' e longitude 39º 19', com altitude de 377 m. Está distante da capital do Estado em 536,0 km por rodovia, 588,0 km por ferrovia e 390,0 km por via aérea, com pousos no Aeroporto Regional do Cariri. As rodovias de acesso são a BR-116, CE-292 e CE-060. Limita-se ao norte com o município de Caririaçu, ligando-se pela CE-060; ao sul, com Barbalha, ligando-se a esse, também, pela CE-060; a leste, com Missão Velha, e a oeste, com o Crato, ligando-se através da CE-292.

Um estudo desenvolvido em Juazeiro do Norte por Barboza, Alencar e Alencar (2020) apontou que o processo acentuado de urbanização contribuiu para alterar as condições microclimáticas da cidade, visto que houve uma diferença significativa na temperatura (6.12 ºC), umidade relativa do ar (7.42 %) e velocidade dos ventos entre a área interna do Parque Natural Municipal das Timbaúbas, uma área verde parcialmente preservada localizada em uma das áreas centrais do município, e em ruas de um bairro extremamente urbanizado.

3.1 Caracterização bioclimática

As características do clima semiárido vão desde as grandes amplitudes de temperatura durante o dia às grandes massas de ar quente "conduzindo partículas de pó em suspensão nos seus deslocamentos no período seco" (ROMERO, 1988). Este clima, também denominado "quente-seco", apresenta duas estações bem distintas: um período de seca e outro de chuva, radiação direta, intensa e um baixo teor de umidade relativa do ar. (ROMERO, 1988).

A caracterização climática da área de estudo tem como base os dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação meteorológica mais próxima, localizada no município de Barbalha, Ceará, que faz parte do aglomerado urbano de Juazeiro do Norte. Segundo os dados do INMET, o município em estudo apresentou temperaturas médias de 23°C a 29°C no decorrer do ano de 2020 (Figura 1). O mês que apresenta maior queda na temperatura é o mês de junho, seguido do mês de julho, enquanto o mês de outubro obteve a maior temperatura média (28,4ºC), considerado o mais quente, seguido pelo mês de novembro (27,4ºC).

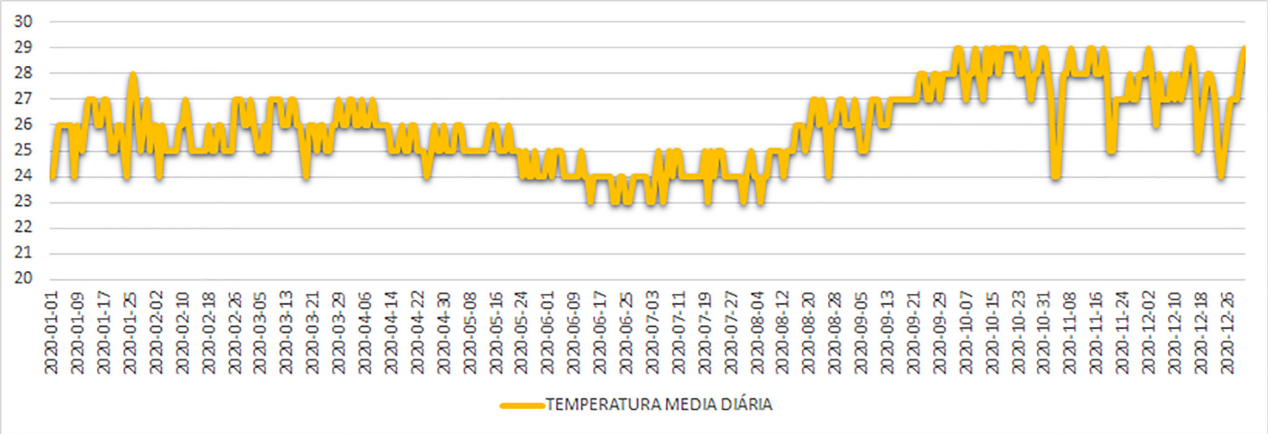


Figura 1: Gráfico da temperatura média diária da cidade de Juazeiro do Norte, semiárido sul-cearense.
Fonte: INMET, 2020.

Quanto ao regime pluviométrico, o município é caracterizado pela pouca precipitação, típico de regiões semiáridas, com uma média anual de 925,1 mm. No ano de 2020 esse regime atingiu os 1.157,5 mm, dos quais 959 mm concentraram-se nos meses de janeiro a maio (FUNCEME, 2020).

4. Vegetação Urbana em Juazeiro do Norte

As áreas verdes públicas, enquanto presença de vegetação na estrutura urbana, funcionam como indicador para se conhecer a situação em que se encontra a qualidade de vida da população. Assim, a vegetação urbana presente em praças públicas, parques, jardins, como também a própria arborização de vias públicas, pelo bem-estar que oferecem, podem servir como um indicador de qualidade ambiental urbana.

A cidade é cercada por áreas verdes, como as margens do rio Salgadinho, uma parcela das margens Riacho dos Macacos e Riacho das Timbaúbas, pela Unidade de Conservação Parque Natural Municipal das Timbaúbas e as Zonas Especiais (ZEs) que são áreas de proteção e interesse ambiental criadas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) sob a Lei nº 2570, de 08 de setembro de 2000. Porém, parte significativa dessas áreas não possuem mais um número representativo de árvores nativas, pois pouco foi preservado, tanto da mata ciliar dos rios, como das ZEs, restando raras árvores de grande porte e um número considerável de vegetação rasteira, característica do Bioma Caatinga. O que se observa, então, é um grande número de áreas verdes sem vegetação significativa, com árvores de grande porte localizadas em pontos isolados (Figuras 2, 3 e 4). Sob o aspecto qualitativo de utilização ativa pode-se observar que não existem matas ou bosques destinados ao descanso e ao lazer dos cidadãos. No entanto, seu aspecto verdejante é capaz de produzir bem-estar ao observador.



Figura 2: Trecho do Riacho dos Macacos.
Fonte: Autoria própria.



Figura 3: Trecho do Rio Salgadinho.
Fonte: Autoria própria.



Figura 4: Trecho da Zona Especial 2, margeando o Riacho das Timbaúbas
Fonte: Autoria própria.

Além das áreas verdes, existem os espaços públicos urbanos livres, em especial, as praças. Escolheu-se quatro praças públicas (Figuras 5, 6, 7 e 8) em localidades centrais da cidade com grande circulação de veículos e pessoas: a Praça Dirceu de Figueiredo, a Praça dos Ourives, Praça do Giradouro e Praça da Indústria, as quais não apresentam um paisagismo adequado, no que diz respeito tanto a presença de árvores, quanto às espécies adequadas ao clima semiárido.



Figura 5: Praça Dirceu de Figueiredo

Fonte: Autoria própria.



Figura 6: Praça dos Ourives.

Fonte: Autoria própria.



Figura 7: Praça do Giradouro.

Fonte: Autoria própria



Figura 8: Praça da Indústria.

Fonte: Autoria própria

Essas praças são rodeadas de ruas excessivamente pavimentadas, contribuindo com a acumulação de calor no seu ambiente interno. Nas praças Dirceu de Figueiredo, Ourives e do Giradouro a arborização apresenta espécies nativas, porém ainda com a presença significativa das espécies *Fícus sp* e *Azadirachta indica* (popularmente conhecida por Nim), as quais são podadas de forma a não crescerem o suficiente para gerarem sombra com copa alta, apresentam no máximo 3 metros de altura, em discordância paisagística com as demais árvores nativas com porte maior e copas abundantes. A Praça da Indústria, apesar de possuir bancos para lazer e parada de ônibus, não possui árvores suficientes para o condicionamento do conforto térmico aos populares.

Do mesmo modo, a Praça do Giradouro, que apesar de estar localizada no entroncamento das vias de acesso aos municípios Crato e Barbalha que fazem parte do aglomerado urbano popularmente denominado "Crajubar", e ser rodeada de vias pavimentadas, com intensa circulação de veículos diariamente, possui vegetação insuficiente quando se considera o conforto do ambiente. A área de lazer que a mesma possui fica inutilizada durante o dia, uma vez que não possui árvores suficientes para promover o conforto térmico dos visitantes.

5. Indicações Paisagísticas

As árvores podem ser utilizadas para interceptar os raios solares que incidem diretamente sobre as paredes da edificação, produzindo sombra sobre as fachadas e diminuindo, assim, os ganhos térmicos e o consequente aquecimento no interior das mesmas. Para tanto, indica-se a utilização de um paisagismo com árvores nativas de morfologia de copa, tamanho e comportamento foliar apropriados à geração de uma melhoria microclimática; além disso, recomenda-se, de forma auxiliar e subsidiária, algumas espécies exóticas (à região ou ao bioma) cuja morfologia e comportamento sejam adequados ao controle do conforto urbano.

Há um mito segundo o qual as árvores nativas da Caatinga não produzem muita sombra devido ao pequeno tamanho de suas copas. Na realidade, embora haja muitas espécies arbustivas ou de pequeno porte, existem também em seu meio árvores com porte e formas bem adequadas, mas que, em virtude do estresse hídrico (no caso, de déficit hídrico), não desenvolvem todas as suas potencialidades e se mantém pequenas, com pouca área foliar, para haver maior possibilidade de sobrevivência em um meio tão difícil. No entanto, em condições hídricas e nutricionais apropriadas, podem se desenvolver adequadamente, possuindo, ainda, a vantagem de serem plantas resistentes quanto às adversidades da região.

Propõe-se a introdução de espécies como a exótica mangueira (*Mangifera indica*), as espécies nativas como Ipê (*Tabebuia aurea ou Tabebuia alba*), que, inclusive, são conhecidas como os ipês do sertão, o Oiti (*Licania tomentosa*) e o Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), sendo que essas duas últimas possuem uma copa verde o ano inteiro, e várias espécies de biomas próximos, como os vários tipos de (*Tabebuia sp*) e outras árvores que possuam grandes copas e que apresentem uma boa adaptabilidade ao clima semiárido. Ressalta-se a necessidade de analisar como o sistema radicular dessas árvores se comportam para inseri-las no ambiente mais adequado, evitando danos à infraestrutura urbana no futuro.

Quanto as espécies floríferas, deve ser dada preferência àquelas que tenham coloração mais fria (violetas, roxas, róseas, azuis, etc.), uma vez que as de maior intensidade de cor (cores mais quentes, como laranja, amarela, etc.) se usadas em abundância poderão também acentuar o desconforto causado pelo excesso de luminosidade. Das espécies locais, o Juazeiro destaca-se pela sua forma e dimensão de copa, sua coloração e perenização foliar são de grande valia para a contribuição do conforto ambiental dentro das áreas urbanas.

Retomando sobre o Nim, nota-se que a mais de uma década o plantio desta espécie vem se alastrando por toda a região como uma maneira de arborização, tanto em ambiente urbano como rural, porém o Nim com seu alto poder de dispersão e dominância pela ação de substâncias alelopáticas invade e se alastra pelas áreas circunvizinhas a sua localidade com bastante facilidade, favorecendo a competição com outras espécies arbóreas, sendo assim uma ameaça às espécies nativas. Logo, se medidas preventivas não forem tomadas imediatamente para evitar a proliferação dessa espécie que, segundo Santos e Fabricante (2020), é designada como agressiva exótica invasora, o bioma caatinga corre o risco de ficar descaracterizado de médio a longo prazo, principalmente, em ambientes urbanos.

Ademais, como contribuição à educação ambiental, pode-se implantar um parque ou revitalizar as praças com arborização densa e adequada, levando à apreensão coletiva das vantagens da utilização arbórea correta. Uma área interessante para tal é às margens do Riacho dos Macacos, para implantação de novas áreas verdes na cidade, como um Parque Linear.

6. Considerações Finais

No caso da cidade em estudo verifica-se a necessidade de um trabalho mais efetivo por parte

do poder público municipal, bem como um comprometimento e envolvimento da comunidade com a questão ambiental. Para melhorar a situação da vegetação urbana pública numa relação harmônica com a sociedade, refletindo positivamente na qualidade de vida da população, é necessário trabalhar de forma integrada com esses dois agentes: o poder público e a comunidade.

Observou-se ainda que as espécies de árvores são, em sua maioria, inadequadas, predominando nas vias públicas a *Azadirachta indica e Fícus sp*. Deve-se rearborizar essas áreas com novas espécies, procurando a utilização de espécies com as seguintes características: ciclo perene, alta rusticidade, resistência à ausência de água e exposição direta ao sol e, por fim, baixa necessidade de manutenção, preferivelmente, espécies adaptadas à Caatinga. Mas também introduzindo algumas espécies exóticas apropriadas, especialmente as de outros biomas de características semelhantes, como as do Cerrado ou de biomas mais próximos regionalmente, como as matas de transição entre a mata Atlântica e a Caatinga, ocupadas fundamentalmente pelo Juazeiro e pelo Ipê.

Com estas mudanças, enfim, a questão levantada por esta pesquisa sobre a possibilidade de se amenizarem os impactos resultantes da ocupação urbana encontra como resposta uma adaptação da paisagem ao clima local, no sentido de oferecer um efetivo conforto ambiental.

Por fim, sugere-se que outros estudos sejam desenvolvidos nos espaços públicos urbanos livres e áreas verdes dessa cidade, a fim de construir uma caracterização bioclimática desses ambientes para melhores propostas de alternativas de gestão e gerenciamento.

7. Referências

AZERÊDO, J. F. F. A. Verde que te quero confortável: a contribuição da arborização urbana para o conforto termoambiental, ao nível do usuário pedestre. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) - Recife: UFPE, 2017.

BARBOZA, E. N.; ALENCAR, G. S. S.; ALENCAR, F. H. H. A arborização melhora o conforto térmico em áreas urbanas: O caso de Juazeiro do Norte, Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n.6, e105963691, 2020.

CAICHE, D. T. Normatização da arborização urbana: produção, conflitos e perspectivas. **Tese** (Doutorado em Ciências Ambientais) - São Carlos: UfSCar. 2020.

DREW, D. **Processos interativos Homem - meio ambiente**. 2.ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2014. 206p.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Calendário de Chuvas.** Disponível em: http://www.funceme.br/app-calendario/diario/municipios/maxima/2021/2. Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**, 2020. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Dados Históricos. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

JARDIM, F. C.; LOPES, E. Q. Levantamento arbóreo e arbustivo da vegetação urbana, realizado no município de Sud Mennucci, estado de São Paulo. **Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research**, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 4146-4163, 2020.

JUAZEIRO DO NORTE, **Lei nº 2570, de 08 de setembro de 2000**. Dispõe sobre o Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo da Cidade de Juazeiro do Norte e dá outras providências. Juazeiro do

Norte, CE, 2000. Disponível em: https://juazeiro.ce.gov.br/www2/Legislacao/LEI%202570-2000.pdf. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

MASCARÓ, L. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Editora 4+, 2004.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: Editora 4+, 2010.

MORSCH, M. R. S.; MASCARÓ, J. J.; PANDOLFO, A. Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 305-321, 2017.

NEVES, M. D. A. A influência das superfícies vegetadas no conforto térmico: simulações no centro de Vitória-ES. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Vitória: UFES. 2017.

PEREIRA, Bruna. Análise dos efeitos do entorno urbano sobre o sistema radicular de árvores viárias de São Mateus do Sul-Paraná. **TCC** (Curso de Engenharia Florestal), Dois Vizinhos: UTFPR, 2017.

ROMARIZ, Dora A. **Aspectos da Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

ROMERO, M. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.

SANTOS, G.; FABRICANTE, J.R. Potencial de invação biológica do Nim (Azadirachta indica A.Juss.) no Nordeste Brasileiro. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 14, n. 3, p. 07-12, 2020.

SATTLER, Miguel Aloysio. **Edificações sustáveis: interface com a natureza do lugar.** In: Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: estratégias a partir de Porto Alegre. ALMEIDA, Gerson; MENEGAT, Rualdo (org's). Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2004.

PROPOSTA DE MELHORIA DO CONSUMO DE ÁGUA NO SEMI-ÁRIDO ATRAVÉS DO AJUSTE TARIFÁRIO

THIAGO DE NORÕES ALBUQUERQUE
WLADYA MARIA MENDES DE OLIVEIRA
ENIO COSTA
FRANCISCO HUMBERTO DE CARVALHO JUNIOR

Resumo
Devido à deficiência hídrica do Ceará, a política tarifária se torna instrumento de regulação econômica, já que por meio da modificação dos preços, tenta influenciar as decisões dos consumidores, de modo que estes alterem voluntariamente o seu comportamento e seu nível de consumo de água. Este artigo avalia os benefícios do ajuste tarifário na disponibilidade de água, propondo como exemplo a avaliação sobre o município de Fortaleza, determinando os consumos e disponibilidades com base nos valores de consumo de água e de habitantes locais. Dessa forma, foi concluído através das propostas desse trabalho, que caso seja reduzido o consumo para o valor proposto, a disponibilidade hídrica em época de escassez pode aumentar em mais de 3 três meses, sendo assim, o volume de água disponível para consumo duraria até um quarto do tempo a mais quando se diminui o consumo em 4% ao mês até o mínimo de 10 m^3. Os valores encontrados confirmam que a valoração de um bem como o recurso hídrico tem como consequência a economia do mesmo, evitando assim uma potencial escassez hídrica.

Palavras-Chave: Consumo; Fatura; Escassez hídrica.

Abstract
Due to the water deficit of Ceará, the tariff policy becomes an instrument of economic regulation, since by means of the price modification, it tries to influence the decisions of the consumers, so that they voluntarily alter their behavior and their level of water consumption. This article assesses water tariffs in terms of consumption, proposing a tariff adjustment using the city of Fortaleza as an example, determining such values based on consumption and inhabitants data. Thus, it was concluded through the proposals of this work, that if consumption is reduced to the proposed value, water availability can increase in more than 3 three months, in a time of scarcity. and thus the volume of water available for consumption would last up to a quarter of the time more when consumption is reduced by 4% per month to a minimum of 10 m^3. The values found confirm that the valuation of a well as the water resource has as consequence the economy of the same, thus avoiding a potential water shortage.

Keywords/Palabras Clave: Consumption. Invoice. Water Scarcity.

1. Introdução

No Brasil, a aprovação da Lei Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), mudou positivamente a gestão da água no País. Essa Lei assegura a disponibilidade de água e sua utilização racional, estabelece diretrizes para o estabelecimento de preços da água como o reconhecimento da água como bem econômico e como forma de incentivo à racionalização do uso da água.

O setor de recursos hídricos e abastecimento de água encontram-se reprimido pela insuficiente capacidade de investimento, tanto para melhoria quanto para ampliação dos serviços, bem como pelo endividamento dos prestadores públicos de serviços (FARIA *et al.,* 2007). Sabe-se que os serviços de abastecimento de água são tradicionalmente prestados por companhias municipais e estaduais, cujas operações de captação, estocagem, tratamento e distribuição de água são financiadas por meio de tarifas (FONTENELE, 2007).

A aplicação de tarifas de água deve promover simultaneamente a utilização sustentável e eficiente do recurso e a recuperação dos custos que a oferta de água trás para a companhia de água (FRAGOSO e MARQUES, 2009). Nestes, merecem destaque os custos de exploração e de manutenção, a infraestrutura e os custos ambientais associados às atividades, havendo alguma flexibilidade quanto à internalização dos custos de investimento e essa falta de investimentos e de projetos contribui bastante para o agravamento da crise hídrica, além do racionamento de água, são necessárias outras formas alternativas para escapar dos prejuízos provocados pela escassez hídrica do semiárido (PAIXÃO, 2015).

A política de recursos hídricos deve admitir que a água tenha funções e valores econômicos e, no caso de a água se tornar escassa e limitar o seu uso, é imprescindível valora-la pois, em caso contrário, corre-se o risco de provocar uma demanda excessiva que pode levar à degradação e/ou exaustão total do recurso (FONTENELE, 1999), dessa forma, para regiões semiáridas, a determinação de um preço justo e a efetiva cobrança passa a ser um instrumento de fundamental importância na gestão hídrica (FONTENELE, 2007).

O uso da água de forma eficiente depende da redução dos desperdícios, devendo o uso da água aproximar-se o máximo possível da eficiência de produção e o valor da produtividade marginal igualar o seu custo marginal nos diferentes usos (FRAGOSO e MARQUES, 2009); bem como investir na ampliação da oferta hídrica que deve ser acompanhada de uma adequada política de financiamento para o setor. Caso não aconteça gerará conflitos futuros em relação aos usos múltiplos da água (FONTENELE, 2007). Dessa forma, a política tarifária se torna instrumento de regulação econômica, já que por meio da modificação dos preços, tenta influenciar as decisões dos consumidores, de modo que estes alterem voluntariamente o seu comportamento e seu nível de consumo de água.

Este artigo avalia as tarifas da água no uso urbano na cidade de Fortaleza – CE em residências populares e normais, em termos do consumo de água e consequentemente os custos com a água, bem como contextualiza a ocorrência de estiagem no Estado do Ceará, com as possíveis tarifas a serem implementadas nessa situação, propondo valores tarifários a serem cobrados pelos usuários para esse em época de escassez hídrica.

2. Revisão Bibliográfica

A seca é um fenômeno climático causado pela insuficiência de precipitação pluviométrica (chuva) caracterizada por provocar uma redução das reservas hídricas existentes, em uma determinada região, por um período de tempo prolongado. Já a estiagem é um período de baixa

pluviosidade ou a sua ausência, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição (GRIGOLETTO, 2015).

O crescimento da demanda e o crescimento populacional acentuado e desordenado são os principais fatores que influenciam o aumento do consumo de água, principalmente nos grandes centros urbanos (DIAS, JUNIOR E GADELHA 2007).

No Estado do Ceará, o semiárido responde por 92% da área total, sendo alvo constante de adversidades e políticas restritivas em decorrência da falta d'água. O modelo que prevalecente no Ceará é o de administrar a oferta de água por meio de açudes. O Estado conta hoje com 136 açudes públicos, com capacidade de armazenar 17,9 bilhões de metros cúbicos (m3) de água. Apesar dos investimentos, as pessoas têm feito uso da água cada vez de forma mais ineficiente (CAMPOS, 2010).

Sabe-se que a crise de abastecimento pode ameaçar a sobrevivência e o crescimento das empresas e dos serviços e, consequentemente, colocar em risco os postos de trabalho, levando ao desemprego e à deterioração da qualidade de vida da população. Além disso, setores como a agricultura, poderão sofrer diminuição da produção, o que refletirá em menor oferta de produtos e aumento dos preços dos produtos (PAIXÃO, 2015).

De forma a aderir à perspectiva de desenvolvimento sustentável, tem-se discutido a atribuição de um novo comportamento no que se refere ao tratamento das questões hídricas, levando-se em conta a necessidade de gerenciamento dos recursos naturais dentro de critérios de eficiência que supõe inclusive o estabelecimento de novos preços relativos que possam refletir essas preocupações (FONTENELE, 2007).

A ideia recente de atribuir aos recursos hídricos valores comparáveis àqueles atribuídos aos demais bens e serviços transacionados no mercado não apresenta, porém, um consenso quanto à metodologia a ser adotada, não somente conceitual - para fins de cálculo da divergência entre preços sociais e os preços de mercado – mas, sobretudo pelo fato das diferentes particularidades de cada região (FONTENELE, 2007).

Parte do debate sobre a demanda de água resulta do sistema de sua cobrança, normalmente conhecido como estrutura tarifária em blocos, esse sistema determina preços diferenciados de acordo com as faixas de consumo. Para o Brasil, no caso de água, as tarifas são crescentes. Além disso, no primeiro bloco, consumo até 10 m3, todos pagam pelo consumo máximo do bloco, mesmo aqueles que consomem menos de 10 metros cúbicos (ALVES, 2008).

As políticas tarifárias tiveram inicialmente como principal objetivo a recuperação dos custos com a água. No entanto, com o aumento da escassez do recurso, tornaram-se progressivamente num instrumento eficiente para o controle do consumo (FRAGOSO; MARQUES, 2009). Desse modo, a cobrança demonstra-se uma condição inicial necessária para se chegar à eficiência e à sustentabilidade no uso das águas (CAMPOS, 2010).

3. Metodologia

A pesquisa utilizou como base a cidade de Fortaleza, no estado do Ceará, essa é a quinta capital mais populosa do Brasil e correspondente a 29% da população do Ceará, além de possuir uma área territorial de 314.930 km^2, segundo o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (BRASIL,2010). O abastecimento de água é de responsabilidade da Companhia de Água e Esgoto do Ceará- CAGECE, desde a sua criação por meio da Lei 9.499, de 20 de julho de 1971, e, segundo ela, o índice de cobertura de abastecimento de água em Fortaleza atualmente é de 98,64% (CEARÁ, 2018).

Para o presente artigo adotamos a condição extrema de não haver chuvas o suficiente

para recarregar os açudes que abastecem a cidade de Fortaleza – CE no período de um ano. Para os cálculos foram utilizado o volume de água mínimo que deveria está armazenado para abastecimento da população em um ano, a partir disso tomamos medidas mais rigorosas e foi proposta uma tarifa para essa condição de escassez.

3.1 Cálculo da Tarifa de Água:

A estrutura tarifária da CAGECE adota 08(oito) tipos de tarifa de consumo de acordo com o tipo de economia/categoria e distribuídas por faixas de consumo, sendo eles: Residencial Social; Residencial Popular; Residencial Normal; Comercial Popular; Comercial II; Industrial; Pública; e Entidades Filantrópicas.

A última tabela de tarifas emitida pela CAGECE (CEARÁ, 2018) é válida desde 22 de janeiro de 2018 para Fortaleza e Estado do Ceará, à exceção de Itapipoca e Deserto. Ressaltar-se que o presente trabalho é centralizado no consumo de água residencial e busca aplicar uma tarifa extra sobre esse consumo (tarifa de contingência). Dessa forma, apenas os tipos Residência Popular e Residência Normal serão avaliadas no trabalho.

De acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, divulgado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o consumo médio per capita de água no Ceará para o ano de 2019 (BRASIL, 2019) foi de 125 l/hab.dia. Com base na projeção dos números de habitantes de Fortaleza temos o número de aproximadamente 2.609.716 habitantes, foi calculado assim o volume de água para abastecer a população em um ano considerando que a mesma não ultrapassasse o consumo médio estabelecido, esse volume ficou definido como o volume disponível nos reservatórios.

A CAGECE já possui uma tarifa para situações de escassez hídrica chamada Tarifa de Contingência que tem como objetivo reduzir o consumo para preservar os mananciais. É direcionada para Fortaleza e Região Metropolitana e busca a diminuição do consumo levando-se em consideração o consumo médio no período de um ano.

Essa tarifa foi tomada como base para o cálculo aplicado neste estudo que propõe uma forma de tarifa mais rigorosa devido às extremas condições de escassez tomadas. Os cálculos iniciais foram feitos de modo empírico testando os valores de redução de consumo em 1%, 2%, 3%, 4% e 5%, iniciando em 15 m^3 (valor médio de consumo das economias), decrescendo até 10 m^3 que é o valor de consumo limite para cobrança da tarifa de contingência. A partir dos resultados encontrados nesses testes, ficou definido que a redução do consumo em 4% ao mês até atingir o valor mínimo de 10 m^3, seria a ideal para a proposta desse trabalho.

Em seguida, foram feitas simulações partindo para duas projeções: a Tarifa de Contingência (TC) foi respeitada e o consumo residencial diminuiu; e a TC não foi respeitada e o consumo se manteve. Foi observado em cada situação como a tarifa, o consumo e a duração da água disponível seriam afetados.

4. Resultados e Discussão

Considerando a projeção do número de habitantes e consumo por economias temos o cálculo do valor de consumo para uma residência com 04 (quatro) pessoas, media habitacional da região, de acordo com a equação I:

$$\frac{CONSUMO\ MÉDIO * NÚMERO\ MÉDIO\ DE\ HAB * MÊS}{1000} \qquad (I)$$

$$\frac{125 * 4 * 30}{1000} = 15\ m^3$$

O valor a ser considerado no cálculo do consumo por economia foi de 15 m^3/mês.

4.1 Cálculo da projeção de redução do consumo:

Os cálculos da projeção consideraram um volume de água acumulada de 117,2 milhões de metros cúbicos no reservatório. Foram feitas estimativas de redução de consumo em 1%, 2%, 3%, 4% e 5%, iniciando em 15 m^3 decrescendo até 10 m^3 que é o valor de consumo limite da tarifa de contingência. O valor de cobrança foi feito com base na tabela de tarifas da CAGECE, multiplicando os valores de consumo pelo preço estabelecido para as tarifas de consumo.

Podemos observar que mantendo o consumo, o valor inicial de água estabelecido irá durar 12 meses, como foi estimado. Ao reduzir mês a mês durante um ano o consumo, foi observado que reduções em 1%, proporcionarão o aumento do volume disponível assegurando mais um mês de oferta de água, para 2% mais dois meses, 3% garante 3 meses e ainda restam 0,8 milhões de m^3, 4%, que foi o definido como ideal, garante água até o décimo quinto mês com uma sobra restante de 4,7 milhões de m^3, permitindo assim uma maior probabilidade de recarga dos sistemas. A faixa de 5% também garante água até o mês 15 e alcança um pouco mais de oferta de recurso 6,7 milhões de m^3 como restante, porém foi avaliado, de acordo com a bibliografia, que para este caso seria difícil para uma população reduzir o consumo de água mês a mês em 5%.

4.1.1 Mantendo o Consumo:

Ao se calcular a redução de 4% ao mês, inicialmente temos o valor de 15m^3 e alcance do valor mínimo de 10 m^3 no 8º mês de consumo, portanto, a partir desse mês a meta de consumo se estabiliza em 10m^3 até o 15 mês.

Observar-se, na Tabela 1, que ao manter o consumo médio, uma Residência Popular (RP) pagaria no total: R$762,05 sendo que R$219,65 desse valor foram do consumo excedente. Apresentando ao final um aumento de 40,50% sobre o valor que poderia ser pago sem a Tarifa de Contingência.

Tabela 1: Projeções de Consumo e Tarifas com base na tarifa do tipo Residência Popular

Residencial Popular - Mantendo o Consumo							
Meses	Consumo (m^3)			Tarifa (R$)			Diferença (%)
	Consumo do mês	Meta	Excedido	Sem TC	Excedido	Com TC	
1º	15	14	1	R$ 45,20	R$ 4,99	R$ 50,19	11,04
2º	15	13	2	R$ 45,20	R$ 9,98	R$ 55,18	22,09
3º	15	13	2	R$ 45,20	R$ 9,98	R$ 55,18	22,09
4º	15	12	3	R$ 45,20	R$ 14,98	R$ 60,18	33,13
5º	15	12	3	R$ 45,20	R$ 14,98	R$ 60,18	33,13
6º	15	11	4	R$ 45,20	R$ 19,97	R$ 65,17	44,18
7º	15	11	4	R$ 45,20	R$ 19,97	R$ 65,17	44,18
8º	15	10	5	R$ 45,20	R$ 24,96	R$ 70,16	55,22
9º	15	10	5	R$ 45,20	R$ 24,96	R$ 70,16	55,22
10º	15	10	5	R$ 45,20	R$ 24,96	R$ 70,16	55,22
11º	15	10	5	R$ 45,20	R$ 24,96	R$ 70,16	55,22
12º	15	10	5	R$ 45,20	R$ 24,96	R$ 70,16	55,22
Total	180	136	44	R$ 542,40	R$ 219,65	R$ 762,05	40,50

Fonte: Autor, (2021).

Já uma Residência Normal (RN) gastaria 34,60% a mais na Tarifa de Água com TC em relação à Tarifa sem TC, pagando no final um valor de R$926,333 ao invés de R$688,20, conforme Tabela 2.

Dessa forma, a Residência Popular, (RP) mostrou um aumento percentual maior quando comparado com o aumento percentual da Residência Normal (RN). Isso se deve ao fato de que a maior diferença nas suas faixas de tarifas se encontra na primeira faixa de 0 a 10 m^3, enquanto na RP o valor é de R$2,44, na RN o valor é R$3,48, porém essa faixa não é atingida pelo valor da Contingência devido ao valor máximo da faixa ser o valor mínimo que a TC não cobre, 10 m^3, sendo assim, essa maior diferença entre esses dois tipos de residências não é computada.

Tabela 2: Projeções de Consumo e Tarifas com base no consumo do tipo Residência Normal

Residencial Normal - Mantendo o Consumo							
Meses	Consumo (m^3)			Tarifa (R$)			Diferença (%)
	Consumo do mês	Meta	Excedido	Sem TC	Excedido	Com TC	
1º	15	14	1	R$ 57,35	R$ 5,41	R$ 62,76	9,44
2º	15	13	2	R$ 57,35	R$ 10,82	R$ 68,17	18,87
3º	15	13	2	R$ 57,35	R$ 10,82	R$ 68,17	18,87
4º	15	12	3	R$ 57,35	R$ 16,24	R$ 73,59	28,31
5º	15	12	3	R$ 57,35	R$ 16,24	R$ 73,59	28,31
6º	15	11	4	R$ 57,35	R$ 21,65	R$ 79,00	37,75
7º	15	11	4	R$ 57,35	R$ 21,65	R$ 79,00	37,75
8º	15	10	5	R$ 57,35	R$ 27,06	R$ 84,41	47,18
9º	15	10	5	R$ 57,35	R$ 27,06	R$ 84,41	47,18
10º	15	10	5	R$ 57,35	R$ 27,06	R$ 84,41	47,18
11º	15	10	5	R$ 57,35	R$ 27,06	R$ 84,41	47,18
12º	15	10	5	R$ 57,35	R$ 27,06	R$ 84,41	47,18
Total	180	136	44	R$ 688,20	R$ 238,13	R$ 926,33	34,60

Fonte: Autor, (2021).

Ao voltar-se para o tempo que a água disponível se manteve para consumo, o resultado não poderia ter sido diferente de um ano, uma vez que o cálculo para o volume de água disponível se baseia no consumo médio e foi esse mesmo valor utilizado no consumo mensal dessa projeção.

O consumo decrescido em cada mês foi calculado de acordo com a equação II:

$$\frac{CONSUMO\ MÉDIO * POPULAÇÃO * MÊS}{10^9} \qquad \text{(II)}$$

$$\frac{125 * 2609716 * 30}{10^9} = 9{,}8\ milhões\ de\ m^3$$

4.1.2 Diminuindo o Consumo:

Ao diminuir o consumo uma RP, pagar-se-ia R$492,48 no decorrer do ano. Isso representa 35,37% do valor que seria pago se não houvesse uma redução do seu consumo como é representado na Tabela 3.

Tabela 3: Projeções de Consumo e Tarifas na redução do consumo de Residência Popular.

Residencial Popular - Diminuindo o Consumo						
Meses	Consumo (m^3)			Tarifa (R$)		
	Consumo do mês	Meta	Sem Diminuição	Sem TC	Sem Diminuição com TC	Diferença (%)
1º	14	14	15	R$ 41,04	R$ 50,19	18,23
2º	13	13	15	R$ 36,88	R$ 55,18	33,17
3º	13	13	15	R$ 36,88	R$ 55,18	33,17
4º	12	12	15	R$ 32,72	R$ 60,18	45,63
5º	12	12	15	R$ 32,72	R$ 60,18	45,63
6º	11	11	15	R$ 28,56	R$ 65,17	56,17
7º	11	11	15	R$ 28,56	R$ 65,17	56,17
8º	10	10	15	R$ 24,40	R$ 70,16	65,22
9º	10	10	15	R$ 24,40	R$ 70,16	65,22
10º	10	10	15	R$ 24,40	R$ 70,16	65,22
11º	10	10	15	R$ 24,40	R$ 70,16	65,22
12º	10	10	15	R$ 24,40	R$ 70,16	65,22
Total	136	136	180	R$ 359,36	R$ 762,05	52,84

Fonte: Autor, (2021).

Enquanto uma RN economiza 27,85% do valor que pagaria se mantivesse o consumo, pagando apenas R$634,08, ao invés de R$878,81, como se observa na Tabela 4.

Tabela 4: Projeções de Consumo e Tarifas na redução do consumo do tipo Residência Normal.

Residencial Normal - Diminuindo o Consumo						
Meses	Consumo (m^3)			Tarifa (R$)		
	Consumo do mês	Meta	Sem Diminuição	Sem TC	Sem Diminuição com TC	Diferença (%)
1º	14	14	15	R$ 52,84	R$ 62,76	15,81
2º	13	13	15	R$ 48,33	R$ 68,17	29,11
3º	13	13	15	R$ 48,33	R$ 68,17	29,11
4º	12	12	15	R$ 43,82	R$ 73,59	40,45
5º	12	12	15	R$ 43,82	R$ 73,59	40,45
6º	11	11	15	R$ 39,31	R$ 79,00	50,24
7º	11	11	15	R$ 39,31	R$ 79,00	50,24
8º	10	10	15	R$ 34,80	R$ 84,41	58,77
9º	10	10	15	R$ 34,80	R$ 84,41	58,77
10º	10	10	15	R$ 34,80	R$ 84,41	58,77
11º	10	10	15	R$ 34,80	R$ 84,41	58,77
12º	10	10	15	R$ 34,80	R$ 84,41	58,77
Total	136	136	180	R$ 489,76	R$ 878,81	44,27

Fonte: Autor, (2021).

O consumo de água nessa situação foi diminuído mês a mês até o 8º mês, em que se atingiu o valor de 10 m^3, a partir de então não se cobra tarifa de contingência, portanto esse valor se manteve nos meses seguintes. Assim, a água disponível duraria 15 meses, apresentando nenhum

tipo de problema, mas ao se deparar com o 16º mês ver-se que não haveria água disponível para o consumo do mês todo (Figura 1):

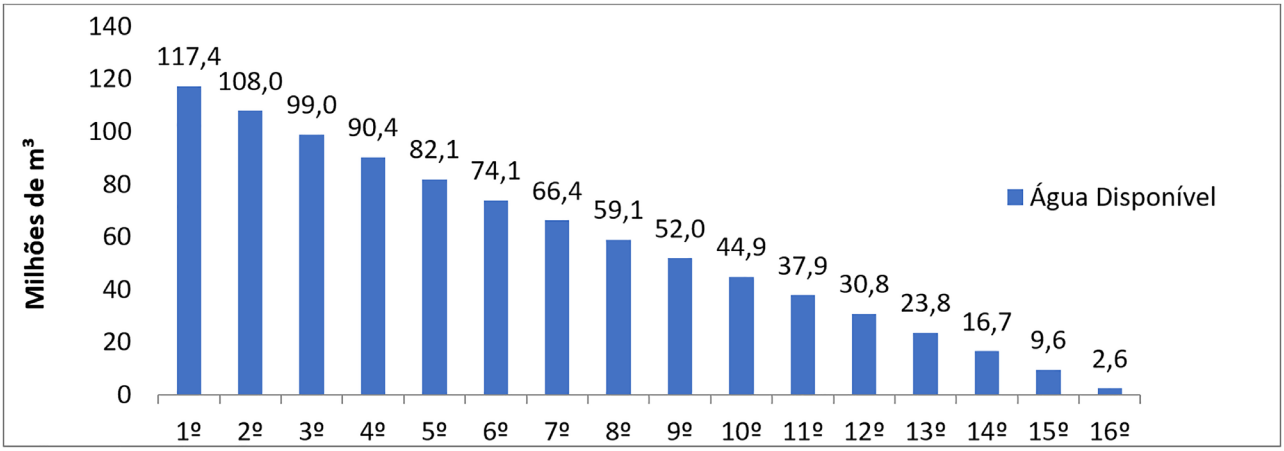


Figura 1: Projeção da disponibilidade da água ao diminuir o consumo

Fonte: Autor, (2021).

O valor decrescido em cada mês foi calculado multiplicando-se o valor médio já calculado, 9,8 milhões de m^3, vezes 0,96 pressupondo que toda a população tenha diminuído o seu consumo em 4% ao mês até o 8º mês onde o valor mínimo de 10 m^3 de consumo foi atingido. A partir desse mês o consumo se manteve não houve mais diminuição. Na figura 01 observa-se a importância da diminuição de consumo de água quando houver uma escassez hídrica tão rigorosa quanto a que foi proposta neste trabalho. Podemos observar que água sem contingencia que duraria 12 meses passaria a 16 meses no abastecimento da população de Fortaleza. Elevando-se a valorização da água como recurso natural e bem econômico consequentemente gerou-se esse aumento significativo de um quarto no tempo de duração da água que é muito significativo considerando a escassez hídrica do Estado do Ceará.

4. Conclusão

O trabalho conclui que a tarifa de contingencia pode ser utilizada como mecanismo viável para melhorar a utilização das águas pelas residências diminuindo assim seu desperdício. Do ponto de vista do uso eficiente da água no consumo de residências populares e normais de 4 (quatro) pessoas, os melhores resultados obtêm-se com a redução de 4% mensal, levando em consideração que a população respeite os limites até o mínimo de 10m^3.

Dessa forma, foi concluído através das propostas desse trabalho, que caso seja reduzido o consumo para o valor proposto, a disponibilidade hídrica pode aumentar em mais de 3 três meses podendo dar margem para alcançar uma nova quadra chuvosa e recarregar os açudes do Estado ou seja, o volume de água disponível para consumo duraria até um quarto do tempo a mais quando se diminui o consumo em 4% ao mês até o mínimo de 10 m^3.

5. Referências

CAMPOS, Robério Telmo. Avaliação sob risco da capacidade de pagamento por água bruta de produtores da Bacia do Jaguaribe (CE). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 2, p. 357-380, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032010000200005> . Acesso em: 12 ago. 2018

CEARÁ. COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ. **Guia Cagece Revisão Tarifária**

Extraordinária e Tarifa de Contingência. 2018. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/2015-11-10-20-11-45/2016-05-05-13-25-43/fique-por-dentro>. Acesso em: 01 ago. 2018.

DIAS, Isabelly Cícera Souza; ATHAYDE JÚNIOR, Gilson Barbosa; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira. Análises da Viabilidade Econômica de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais para Fins Não-Potáveis em Residências na Cidade de João Pessoa – PB. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p.542-562, out. 2007. Trimestral. Disponível em: <https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/viewFile/545/433>. Acesso em: 04 ago. 2018.

FARIA, Ricardo Coelho de et al. Descentralização ou Regionalização? Uma Avaliação de Performance do Setor de Saneamento. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p.120-129, jan. 2007.

Trimestral. Disponível em: <https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/519>. Acesso em: 10 ago. 2018.

FERNANDES, D. S. et al. **Desempenho de índices quantitativos de seca na estimativa da produtividade de arroz de terras altas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 45, n. 8, p.771-779, 2009. Disponível em:< https://core.ac.uk/download/pdf/15426596.pdf> Acesso em: 15 set. 2018

FERREIRA, Luciana Kamila Rodrigues. **Análise comprativa do desempenho de índices de seca aplicados à região do Alto Jaguaribe-Ceará**. 2016. Tese (~~de~~ Doutorado em:. Instituição, local, data. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/21102>. Acesso em 30 set. 2018.

FONTENELE, Raimundo Eduardo Silveira. Determinação da tarifa de reuso de água no distrito industrial de fortaleza sob a ótica do custo marginal de longo prazo e do método de avaliação contingente. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 9, n. 2, p.175-188, jun. 2007. Disponível em: <http://200.131.250.22/revistadae/index.php/ora/article/view/110/108>. Acesso em: 03 ago. 2018.

FONTENELE, Raimundo Eduardo Silveira. Proposta metodológica para implantação do sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos no estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 30, n. 3, p. 296-315, jul. 1999 Disponível em: < http://200.131.250.72/revistadae/index.php/ora/article/view/810/108> . Acesso em: 09 set. 2018.

FRAGOSO, Rui; MARQUES, Carlos. **Avaliação económica de tarifas de água no uso agrícola: um estudo de caso no Sul de Portugal**. RESR, Piracicaba, SP, vol. 47, nº 03, p. 699-718, jul/set 2009 – Impressa em outubro 2009. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032009000300008> Acesso em 22 ago. 2018

GRIGOLETTO, Jamyle Calencio *et al.* Gestão das ações do setor saúde em situações de seca e estiagem. **Ciência & Saúde Coletiva,** Brasília, v. 21, n. 3, p.709-718, mar. 2016. .Disponivel em: <https://www.scielosp.org/pdf/csc/2016.v21n3/709-718 > . Acesso em: 10 ago. 2018

PAIXÃO, Letícia Menezes Diniz. Impactos da escassez de água na economia. **Resolução-Revista de direito e ciências gerenciais**, v. 1, n. 1, p. 151-163, 2015. .Disponível em: <*https://www.fac.br/revista/index.php/revista/article/view/30*> . Acesso em 12 ago 2018

PROPOSTA DE PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URARICOERA LOCALIZADO NO ESTADO DE RORAIMA

LUCAS LUIZ CASTRO DE SOUZA
FRANÇOAN OLIVEIRA DIAS
JOSÉ CAMILO RAMOS DE SOUZA

Resumo
Os planos de recursos hídricos são considerados os mais importantes para o gerenciamento de bacias hidrográficas, pois são a partir deles que projetamos a curto, médio e longo prazo os "desejos" da população e dos usuários da bacia, ou seja, criamos um cenário, visualizamos ao longo do tempo formas de preservação e manutenção dos recursos hídricos em quantidade e qualidade atendendo a toda a população, assim como procurar dirimir futuros conflitos que possam advir de seu uso. Sendo assim, este estudo tem como finalidade propor um modelo de Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera, no estado de Roraima. Como procedimentos metodológicos, optou-se pela pesquisa documental e bibliográfica. Os resultados apontam que a partir da elaboração desse plano, será possível ter uma base legal para determinar os usos outorgáveis,assim como os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos nessa bacia hidrográfica. Por fim, estará subsidiando o Sistema Estadual deGerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de Roraima, bem como dará consistência na execução da Política Estadual de Recursos Hídricos doEstado de Roraima, visto que essas informações são essenciais para o processo de tomada de decisão por parte dos gestores envolvidos no gerenciamento desse importante recurso.

Palavras-Chave: Gestão Hídrica; Política Estadual; Instrumentos de Gestão.

Abstract
Water resource plans are considered the most important for river basin management, as it is from them that we project in the short, medium and long term the "desires" of the population and users of the basin, that is, we create a scenario, over time we have visualized ways of preserving and maintaining water resources in quantity and quality serving the entire population, as well as seeking to resolve future conflicts that may arise from their use. Therefore, this study aims to propose a model of the Water Resources Plan for the Rio Uraricoera River Basin, in the state of Roraima. As methodological procedures, documental and bibliographic research was chosen. The results show that from the elaboration of this plan, it will be possible to have a legal basis to determine the grantable uses, as well as themechanisms for charging for the use of water resources in this hydrographic basin. Finally, it will be subsidizing the State Water Resources Management System of the State of Roraima, as well as giving consistency in the execution of the State Water Resources Policy of the State of Roraima, since this information is essential for the decision- making process by of the managers involved in the management of this important resource.

Keywords: Water Management; State Policy; Management Instruments.

1. Introdução

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH foi instituída por meio da Lei Federal n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, designando instrumentos para a gestão de recursos hídricosde domínio da União, além de criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH.

A partir desse novo arcabouço legal, o Estado de Roraima também instituiu a PolíticaEstadual de Recursos Hídricos – PERH e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH por meio da promulgação da Lei Estadual n.º 547, de 23 de junho de 2006, nos mesmos moldes da PNRH e do SINGREH.

Nessa perspectiva, a política estadual estabelece diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

Destaca-se que, a PERH-RR institui no seu art. 4º, sete instrumentos de gestão, a saber: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes; a outorga dos direitos de uso dos Recursos Hídricos; a cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos; a compensação aos Municípios; o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos; e a capacitação, desenvolvimento tecnológico e educação ambiental.

Dentre os instrumentos elencados, os planos de recursos hídricos são considerados osmais importantes para o gerenciamento de bacias hidrográficas, pois são a partir deles que projetamos a curto, médio e longo prazo os "desejos" da população e dos usuários da bacia, ou seja, criamos um cenário, visualizamos ao longo do tempo formas de preservação e manutenção dos recursos hídricos em quantidade e qualidade atendendo a toda a população, assim como procurar dirimir futuros conflitos que possam advir de seu uso.

À vista disso, o Estado de Roraima, ainda não dispõe do plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Uraricoera, essencial para que ocorra a gestão descentralizada eparticipativa, uma vez que será aprovado pelo comitê de bacia, assim que instituído, onde será possível estabelecer metas e soluções para os problemas relacionados à água.

Portanto, este estudo tem como finalidade propor um modelo de Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera, sendo essencial para realizar o levantamento de aspectos técnicos e políticos, considerando que envolverá todos os atores fundamentais para esse processo, sendo um grande desafio, pois está pautado em um novo paradigma de gestão pública.

Esse novo paradigma não abandona os mecanismos de comando e controle, mas traz novos elementos como os processos de planejamento participativo, planejamento de longo prazo e o uso de novos instrumentos, como os econômicos.

2. Metodologia

A pesquisa tem uma abordagem qualitativa, uma vez que submete o plano proposto auma análise crítica. Quanto aos objetivos, é exploratória, tendo em vista ser um tipo de pesquisa realizada em fase preliminar, com intuito de buscar mais informações sobre um determinado assunto.

A partir de então, foram realizados a revisão da literatura e a pesquisa documental, com vistas a se constituir um arcabouço teórico e legal para sustentar a construção de um modelo de Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera.

Sendo assim, os aspectos metodológicos a serem adotados na pesquisa tiveram como base as autoras Lakatos & Marconi (2010), onde apresentou-se: a localização da área de estudo, o

conteúdo previsto para elaboração do plano, as etapas e o fluxograma das etapas para elaboração do plano.

Salienta-se também que para que seja elaborado o plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica em questão, o mesmo deverá ser articulado e integrado entre os Planos de Recursos Hídricos do Estado de Roraima e suas diferentes escalas deverão ser efetuadaspelo diálogo entre as entidades do SEGRH-RR, entre elas, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, os comitês de bacia, os órgãos gestores e as agências de bacia.

Para entendimento dos tipos de planos de recursos hídricos, dividem-se em três níveis, devendo ser integrados, sendo: (i) *Plano Nacional de Recursos Hídricos*: abrange todo o território nacional e deve ter cunho eminentemente estratégico. Deve conter também metas, diretrizes e programas gerais; (ii) *Plano Estadual de Recursos Hídricos*: plano estratégico de abrangência estadual, com ênfase nos sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos; e (iii) *Plano de Bacia Hidrográfica*: também denominado de plano diretor de recursos hídricos, é o documento programático para a bacia, contendo as diretrizes deusos dos recursos hídricos e as medidas correlatas. Em outras palavras é a agenda de recursos hídricos da bacia.

Sendo assim, esta pesquisa tem como enfoque a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera, sendo caracterizado por incluir ações de natureza executiva e operacional, em vista de sua perspectiva regional.

3. Resultados e Discussão

3.1 Localização da Área de Estudo

De acordo com Carvalho & Morais (2014), o Rio Uraricoera (vide fig. 1), recorte de pesquisa em questão, possui extensão de 870 km e sua confluência com o Rio Tucutu, formao Rio Branco, principal rio do Estado. Cabe destacar que a palavra *Uraricoera* deriva de dialetos indígenas locais, onde *urari* representa um veneno de efeito paralisante usado por certas tribos e *coera* significa velho. Com efeito, "rio do *Veneno Velho*".



Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera, no Estado de Roraima.
Fonte: Carvalho & Morais (2014).

Sendo assim, o Rio Uraricoera tem sua nascente na Serra de Pacaraima, divisor de águas entre as bacias hidrográficas Amazônica e do Orinoco. Outro ponto que deve ser observado é que esta região faz parte da reserva indígena Yanomami. Em seu médio curso divide-se em braços originandoa enorme ilha de Maracá, onde foi instalada uma estação ecológica do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), pouco após, o rio é cruzado pela Ponte Sebastião Diniz, na BR-174.

Nessa perspectiva, Freitas (1998) ressalta que alguns técnicos defendem a ideia de que o Uraricoera é, na verdade, um prolongamento do Rio Branco com outro nome. Caso essa proposta fosse aceita, o sistema Uraricoera-Branco totalizaria 1.430 km de extensão.

3.1.1 Conteúdo previsto para o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera

O plano da bacia deve prevê o seguinte conteúdo, a saber:

- diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos da bacia;
- análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividadesprodutivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- balanço de disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidadee qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dosrecursos hídricos disponíveis;
- medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a seremimplantados para atendimento das metas previstas;
- prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e
- propostas para a criação de áreas sujeitas a restrições de uso com vistas à proteção dosrecursos hídricos.

3.2 Etapas do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera

As etapas da pesquisa para alcance dos resultados esperados serão divididas em quantro momentos, sendo:

a. Etapa preparatória: esta fase estabelecerá alguns acordos de como se dará o processo, podendo ser dividida em dois passos, a saber: (i) definição do Termo de Referência (TR); e (ii) arranjo institucional para acompanhar a execução dos trabalhos.

b. Etapa - Diagnóstico: nessa etapa será feito a base do planejamento, onde será realizado o esforço de integrar e analisar dos dados existentes na regiãocompreendida pela bacia hidrográfica e daqueles levantados durante as pesquisas de campo. Desse modo, será possível compreender como os recursos hídricos serão utilizados, para então, nas etapas seguintes, estabelecer os cenários futuros e o planejamento propriamente dito, onde serão definidos as ações e os investimentos.

c. Etapa - Prognóstico: nessa etapa serão estimadas as demandas de água da bacia no futuro, sendo avaliado ainda os impactos sobre a qualidade e quantidade, considerando as ações necessárias para compatibilizar esses dois aspectos. Dessa forma, os estudos desses cenários serão desenvolvidosapós a etapa de Diagnóstico.

d. Etapa - Plano propriamente dito: nessa etapa será feito a formulação propriamente dita do plano de bacia, onde deverá passar por: (i) definição de diretrizes e metas; (ii) proposição de programas, projetos e ações emergenciais; (iii) estruturação de

programa de investimentos; e (iv) definição de indicadores de desempenho e estratégias de implementação.

3.3 Fluxograma das etapas para elaboração do Plano de BH do Rio Uraricoera

O fluxograma abaixo mencionado (fig. 2), representa as etapas que resultarão na elaboração do plano de recursos hídricos da bacia em questão.

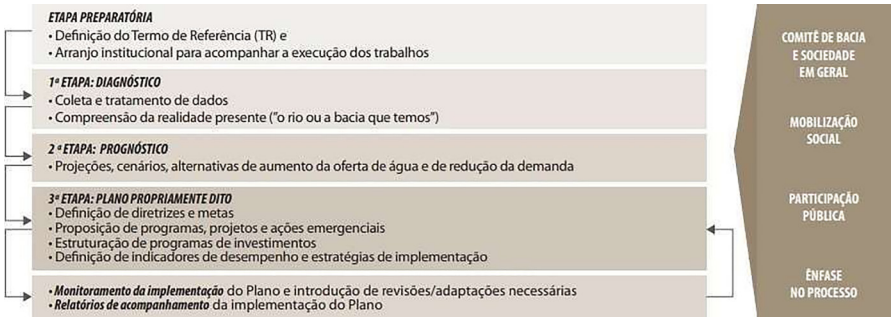


Figura 2. Fluxograma das etapas para elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera.
Fonte: ANA (2013).

Nesse cenário, a elaboração do plano de bacia estabelece diretrizes para a definição das metas de qualidade da água (enquadramento dos corpos de água); aponta as prioridades para outorga de direito de uso; estabelece diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso de recursos hídricos; sendo feito com base em um sistema de informações. Portanto, o plano de bacia é um instrumento orientador para a implementação dos demais instrumentos previstos na Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Roraima.

Com a aprovação do plano dessa bacia será possível atender às particularidades dessaregião, tanto em questões de ordem social, cultural, ambiental e econômica. Nessa perspectiva, têm-se como previsão: o estabelecimento de metas e estratégias; a proposição de componentes, programas, subprogramas e projetos; a montagem de um programa de investimentos do plano de bacia; as indicações e diretrizes para implementação dos instrumentos de gestão; a proposta organizacional ou de arranjo institucional; a descrição das ações destinadas à capacitação material e técnica dos agentes envolvidos; e o roteiro ou esquema de implementação do plano de bacia.

A partir da elaboração desse plano, será possível ter uma base legal para determinar os usos outorgáveis, assim como os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos nessa bacia hidrográfica. Sendo assim, estará subsidiando o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de Roraima, bem como dará consistência na execução da Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Roraima, visto que essas informações são essenciais para o processo de tomada de decisão por parte dos gestores envolvidos no gerenciamento desse importante recurso.

4. Considerações Finais

O plano de bacia hidrográfica é um instrumento de gestão previsto tanto na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) como na Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Roraima (PERH-RR). Sendo assim, este estudo visa propor e aperfeiçoar um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, sendo o plano, pois envolve ferramentas e metodologias para avaliação e integração dos instrumentos.

processo de gerenciamento deste recurso e cumprimento da legislação ambiental vigente,

que passam por estágios diferentes de gestão.

Pode-se concluir que a proposta de Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Uraricoera é de suma importância para ajudar no processo de gestão, pois contribui com a preservação e continuidade desse recurso, sempre dispondo para a sociedade uma melhoria na qualidade de vida, buscando sempre auxiliar na educação ambiental local.

Por fim, as ações inerentes ao processo de gestão são voltadas para o fortalecimento institucional, para a implementação dos instrumentos técnicos e institucionais da gestão dos recursos hídricos, para a oferta e da demanda de água, para a articulação das ações governamentais que interferem direta ou indiretamente na água, além de ações hidro ambientais que refletem na proteção ou na melhoria da disponibilidade de água em qualidadee em quantidade.

5. Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) pelo apoio financeiro concedido para a realização da pesquisa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior (Capes), código de financiamento 001, e ao programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento dosCorposde Água**. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <https://goo.gl/4CriJD>. Acesso em:20 de janeiro de 2021.

BRASIL. **Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos ecria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em:

<https://goo.gl/JjUzCk>. Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

CARVALHO, T. M.; CARVALHO, C. M. **Interrelation of geomorphology and fauna of Lavrado region in Roraima, Brazil suggestions for future studies.** Quaternary Science Journal, 61:146-155.2012.

CARVALHO, Thiago Morato de; MORAIS, Roseane Pereira. **Aspectos hidrogeomorfológicos do sistema fluvial do baixo rio Uraricoera e alto rio Branco como subsídio à gestão de terras.** Disponível em: <https://bit.ly/2LYoGKA>. Acesso em: 20 de janeiro de 2021.

FREITAS, Aimberê (1998). **Estudos Sociais - RORAIMA.** Geografia e História 1 ed. São

Paulo: Corprint Gráfica e Editora Ltda. p. 23. 83 páginas.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

RORAIMA. **Lei nº 547, de 23 de junho de 2006.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <https://goo.gl/S1nMe5>. Acesso em: 22 de janeiro de 2021.

PROTEÇÃO AMBIENTAL EM ICAPUÍ-CEARÁ-BRASIL: *ÁREAS PROTEGIDAS E PRIORITÁRIAS, SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E AÇÕES PARA ENFRENTAMENTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS*

JOSÉ DE ARIMATEA DA SILVA
ANDRÉ LUIZ BRAGA SILVA
THAYSSLLORRANNY BATISTA REINALDO

Resumo
As áreas protegidas e as prioritárias para a proteção ambiental no município de Icapuí-CE, foram analisadas levando em conta a integração dos processos morfogenéticos e ecológicos, bem como as conexões entre os componentes geoambientais, desde a espacialização dos fluxos de matéria e energia. O estudo abordou as funções e serviços ecossistêmicos de usufruto comunitário para orientar ações de proteção, planejamento e gestão, de modo a potencializar os serviços de provisão e regulação, e o levantamento de impactos e a importância da proteção legal para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas constatadas nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2019). A discussão teórica-metodológica está vinculada à abordagem geossistêmica e, os demais procedimentos técnicos foram organizados na proposta integrada de prioridades para a proteção, para obtenção de dados inerentes à criação de espaços protegidos e seu entorno. As propostas servem suporte institucional e de governança para a preservação de importantes sistemas ambientais na planície costeira de Icapuí interligados a unidades protegidas.

Palavras-chave: Sistemas ambientais. Serviços ecossistêmicos. Mudanças climáticas.

Abstract
The protected areas and the priority areas for environmental protection in the municipality of Icapuí-CE, were analyzed taking into account the integration of morphogenetic and ecological processes, as well as the connections between the geoenvironmental components, since the spatialization of the flows of matter and energy. The study also addressed the environmental and ecological functions and services of coastal systems related to community usufruct ecosystems to guide recovery and conservation actions in order to enhance the provision and regulation services, as well as assessing the impacts and the importance of legal protection to face the effects of climate change found in the report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2019). The theoretical-methodological discussion is linked to the geosystemic approach and the other technical procedures were organized into thematic maps and integrated analysis, to obtain data inherent to the creation, planning and management of protected spaces and their surroundings. The proposals serve institutional and governance support for the preservation of important environmental systems on the coastal plain of Icapuí interconnected with protected units.

Keywords: Environmental systems. Ecological services. Climate changes

1. Introdução

A questão ambiental vem ganhando destaque desde meados do século XX, como fator inerente para o desenvolvimento das sociedades em consonância com o meio ambiente equilibrado. A elaboração de agendas globais para a conservação dos recursos naturais tem como base proceitos para a implantação de agendas locais, no sentido de definir indicadores e parâmetros com o envolvimento da sociedade para o planejamento e gestão de usos adequados na perspectiva interdisciplinar.

O desenvolvimento das relações da sociedade/natureza, através dos meios de produção e exploração dos recursos naturais, principalmente a "transformação e modificação dos elementos naturais pelo jogo de interesses públicos e privados que constroem, destroem e reconstroem novos espaços sociais" (NUNES *et al*. 2015), razão do comprometimento e colapso dos sistemas ambientais e, consequentemente, da qualidade de serviços ecológicos que exercem funções de provisão e regulação, inerentes à sobrevivência de todas as espécies.

A degradação dos sistemas ambientais desencadeou problemas socioambientais diretamente relacionados com as consequências advindas do aquecimento global. Efeitos climáticos que fundamentaram os desafios para a ciência do clima e à população mundial. Desta forma, os efeitos das mudanças climáticas sobre o planeta estão cada vez mais evidentes, trazendo consequências para a continuidade dos serviços ecológicos dos ecossistemas de elevada fragilidade em ambientes costeiros.

Partindo da amplitude do debate ambiental em escala planetária para compreender aspectos locais, tendo como base a planície costeira de Icapuí, cabe uma abordagem que compreenda os processos e os fenômenos interligados por fluxos de matéria e energia. Assim, a abordagem sistêmica foi a base teórica e metodológica da pesquisa, abrangendo aspectos geomorfológicos, fitogeográficos e socioeconômicos ao longo da planície costeira.

A discussão evidenciou os aspectos ambientais de Icapuí, na compreensão de áreas protegidas e de áreas com maior relevância ambiental para a proteção, no sentido de evidenciar seus serviços ecossistêmicos, valores ecológicos, paisagísticos e culturais, bem como ameaças, impactos e níveis de degradação, com foco na proteção de áreas prioritárias e no enfrentamento das mudanças do clima com ações para o planejamento, gestão.

O objetivo da pesquisa é discutir a proteção ambiental como fator de garantia da qualidade dos serviços ambientais e consequentemente, um instrumento de enfrentamento das mudanças climáticas. O estudo pode subsidiar com dados técnicos e científicos às propostas de planejamento, de gestão ambiental e de proteção legal dos componentes geoambientais da planície costeira icapuiense com foco na proteção de importantes sistemas costeiros e no enfrentamento dos possíveis efeitos das mudanças.

2. Localização da Área de Estudo

O município de Icapuí, no extremo litoral Leste do Ceará, na porção mais oriental do Nordeste brasileiro, e em termos regionais na sub-bacia da região do Baixo Jaguaribe. "Seus limites geográficos são: oceano Atlântico ao Norte, ao Sul o município de Aracati e o Rio Grande do Norte, ao Leste o Oceano Atlântico e a Oeste o município de Aracati" (SILVA, 2012).

Está georreferenciada sob as coordenadas S 4º 42´47´´e W 37º 21´19´´, com uma área de 423,446km^2 (IPECE, 2010). De acordo com Sobrinho (1980), "Icapuí tem 64 km de fascinante exuberância, a dilatar-se no Golfo dos Arrecifes (Retiro Grande), a aproximadamente 4°e 36` de latitude sul, a sotavento da Ponta Grossa e dissipando-se aos nossos limites, frente a enseada Norte-rio-grandense, conhecida como Tibau".

3. Abordagens Teórica e Metodológica

As bases teóricas que fundamentaram a discussão, envolveram conceitos chaves da geografia, essenciais para a compreensão da dinâmica e complexidade dos sistemas ambientais. "O conceito de paisagem faz-se imprescindível para o desenvolvimento de pesquisas ambientais, pois, representa o ponto de análise do meio natural e socioeconômico, a partir da investigação da paisagem natural e antrópica" (TEIXEIRA; VICENTE DA SILVA; FARIAS, 2017).

Como categoria de análise geográfica, constituiu a abordagem fundamental no estudo dos fluxos de matéria e energia dos sistemas ambientais, principalmente os relacionados com dinâmica geoambiental dos estuários, linha de costa, dunas, terraços marinhos, lagoas costeiras e falésias, considerando a dinâmica geoambiental imposta pelos processos geoambientais e ecológicos, passados e atuais, que moldaram os componentes da paisagem.

A abordagem sistêmica deu suporte metodológico à pesquisa, com a caracterização dos fluxos de energia e matéria modeladores do relevo e da ecodinâmica, mapeados para a definição dos serviços ecossistêmicos. A pesquisa englobou unidades morfológicas do município de Icapuí através das atividades socioeconômicas, para definir as ações e medias para a proteção dos sistemas ambientais diante das projeções do IPCC de 2007; 2014 e 2019.

No sentido de abordar a geografia física na teoria sistêmica "iniciou-se o método geossistêmico, embasado principalmente nos conceitos de paisagem" (RODRIGUEZ; VICENTE DA SILVA, 2002). A metodologia da análise geossistêmica "conecta o natural e o humano, os geossistemas são fenômenos naturais, mas seu estudo engloba os fatores econômicos e sociais e seus modelos refletem parâmetros econômicos e sociais das paisagens modificadas pelo homem" (MENDONÇA, 1991). Assim, o geossistema é portanto, "um todo dialético, com uma multiplicidade de relações, incluindo em si, as esferas econômicas e sociais" (MORETZ-SOHN, 2019), e despontando como suporte teórico e metodológico.

3.1 Procedimentos técnicos e metodológicos

Os objetivos da pesquisa foram definidos para dar suporte à gestão ambiental e à proteção de sistemas com base na Lei Federal 9.985/2010. A análise integrada com a definição dos serviços ecológicos de provisão e regulação realizados nos trabalhos de campo, objetivou também definir as prioridades e categorização de proteção dos sistemas ambientais de usufruto comunitário.

Considerou-se o apoio metodológico e técnico, relacionados com prognósticos do Painel Intercontinental de Mudanças Climáticas - IPCC (2019), através da identificação de fatores de percepção de mudanças do clima, fundamentadas por Meireles *et al.* (2020). As imagens têm base em registros fotográficos de campo, produzindo os primeiros elementos da base de dados para produção de informações geoambientais. Na base dos mapas tem informações coletadas na plataforma de imagens Google Earth 2021.

O levantamento de áreas prioritárias ainda considerou os critérios de prioridades propostos pelo Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), de Margules e Pressey (2000), que na auxilia na elaboração de cenários de conservação que contemplem a proteção dos ecossistemas, aproveitando as oportunidades de conservação.

4. Resultados e Discussão

Foram identificadas as áreas já protegidas e seus estágios de implementação, planejamento e gestão, bem como os sistemas ambientais prioritários para o planejamento ambiental, gestão e proteção legal, através da criação de um sistema interligado de proteção de ecossistemas

essenciais na planície costeira de Icapuí.

4.1 Áreas Protegidas

A Área de Proteção Ambiental do Manguezal da Barra Grande foi criada pela Lei Municipal 298/2000 com área de 1.260,31 e ampliada em 2014 através da Lei Municipal 634 para área atual de 18.111,92 hectares. Localiza-se no setor central da planície costeira de Icapuí, apresenta estrutura morfológica definida por canais e delta de maré, associados a bancos de areia, argila e biodetritos, cobertos por vegetação de mangues.

Os fluxos geossistêmicos da APA da Barra Grande foram definidos por Meireles (2012), de forma integrada, desde os fluxos litorâneos, dispostos na planície costeira. Nos setores do manguezal e do banco de algas, a atuação de fluxos se deu através das ações das marés, que proporcionaram o depósito e a dispersão de sedimentos e nutrientes que sustentaram a complexa cadeia alimentar e que fundamentaram aspectos socioeconômicos do município. A figura 1, mostrar componentes paisagístico da APA Barra Grande.



Figura 1: APA da Barra Grande.

Fonte: J. A. Silva

Os impactos ambientais nessa área estão ligados a atividades socioeconômicas como a produção "salineira, a carcinicultuta e atividade pesqueira" (SILVA, 2012). "Os impactos foram relacionados à produtividade biológica, com diminuição do bosque de mangues e dos estoques pesqueiros e influência na capacidade reprodutiva das espécies, alterações ecossistêmicas, comprometendo importantes serviços ecossistêmicos" (MEIRELLES, 2008)

A Área de Proteção Ambiental da Praia de Ponta Grossa criada através da Lei Municipal n° 262/98 com área de 558,6782 hectares, esta foi modificada pela Lei 633/2014, que ampliou a área para 16.053 hectares, com maior extensão marinha. Está inserida em um complexo de paisagens da zona costeira, composto por falésias, dunas, terraços, lagoas costeiras, manguezal e tabuleiro.

As falésias têm predominância neste setor do litoral icapuiense, sobre elas, estende-se um campo de dunas móveis e semifixas que se movimenta na direção do tabuleiro. Nos sopés e setores de terraços, há afloramento do lençol freático através de fontes de ressurgência com água de boa qualidade. Os fatores de degradação na região da Ponta Grossa, estão associados principalmente a ocupação irregular das áreas de preservação permanentes, desmatamento e trafego de veículos sobre as dunas.

A Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN da Fazenda Belém foi criada em 2010, com o objetivo de conservação das espécies nativas e pesquisa científica. Corresponde à área total de 2.982,55 hectares, coberto por vegetação de porte arbóreo-arbustiva. Há registro de diversas espécies faunísticas com destaque para a mastofauna e avifauna, bem como para espécies florísticas típicas do tabuleiro.

A mata da RPPN da Fazenda Belém está associada diretamente a regulação hídrica a bacia do Rio Arrombado. Evidencia-se diversidade de aves e mamíferos registrados no município na mata da RPPN conforme (AQUASIS, 2003). A degradação está associada ao desmatamento, queimadas e caça ilegal.

4.2 Áreas prioritárias para a proteção

Para identificação das áreas prioritárias considerou-se o Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), que é "baseada em preceitos simples para localizar e delimitar novas reservas de modo a complementar o sistema de unidades de conservação" (WWF, 2021).

Paredão de falésias vivas: Se estende de barreiras da Sereia à Retiro Grande. Nesse setor, foram definidos quatro pontos de grande valor paisagístico, ecológico e cultural, relacionados diretamente com as comunidades ao seu entorno, que exercem importantes funções ambientais. Na extensão do paredão de falésias definiu-se a Pedra da Moça em Barreiras da Sereia, Ladrilho da Peroba, Ponte da Redonda e Morro dos Ventos e pedra do Frade em Ponta Grossa, considerando estes pontos específicos para serem tornados monumentos naturais[1], Estes locais estão definidos na figura 2.

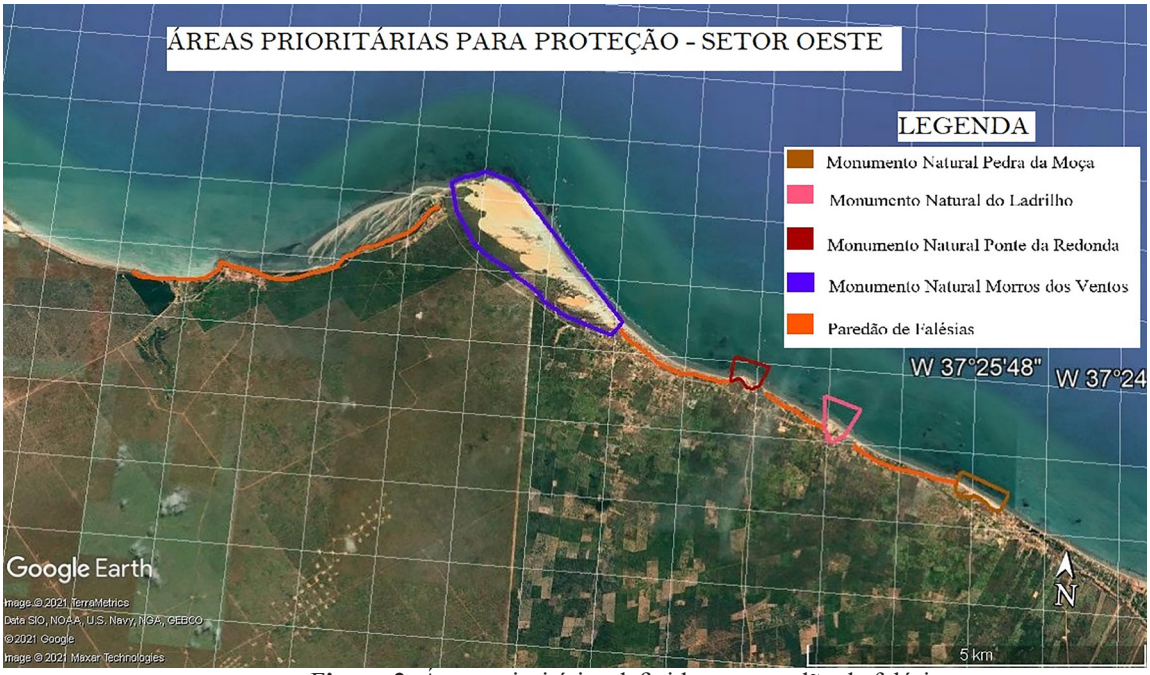


Figura 2: Áreas prioritárias definidas no paredão de falésias
Fonte: Google hearth (2021)

Rio Arrombado: Estende-se por 18km no território de Icapuí. Este rio Arrombado é o único sistema fluvial do município, manteve-se com bom fluxo hidrológico e nascentes perenes até o início da década de 1990, com a instalação das fazendas de produção de melão e a sobrexplotação de poços artesianos, bem como o desmatamento da mata ciliar, as nascentes secaram e houve o assoreamento do leito, tornando-o um "rio seco". Este sistema fluvial tem grande importância no abastecimento e dinâmica do lençol freático associado ao campo de dunas de Córrego do Sal, que por vez apresenta consideráveis níveis de salinidade.

Campo de dunas Manibu / Córrego do Sal e Lagoa Salgada: O campo de dunas Manibu/

1. De acordo com o Art. 12 da Lei Federal 9.985/2000, o monumento natural tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.

Córrego do Sal, apresenta dunas fixas, móveis e semifixas que cavalgam sobre o tabuleiro e setores da bacia do rio Arrombado. Evidencia-se que as margens desse campo de dunas têm uma formação lagunar que mantém ligação direta com o Arrombado nos períodos de cheias, contudo a água tem níveis elevados de salinidade. Esta lagoa se manteve por muito tempo perene, nos últimos anos secou completamente, apresentando na atualidade regime de intermitência.

Alguns pontos do campo de dunas há início da colonização por vegetação fixadora e, trechos com boa cobertura por vegetação típica protetora de dunas. O avanço de construções sobre o campo e atividades esportivas como motocross, geram impactos na dinâmica sedimentar, aumentando o movimento da areia no sentido Leste/Oeste.

Campo de dunas Morro Pintado/Ibicuitaba e mata de tabuleiro do Mundo Novo: Este campo de dunas cavalgou sobre o tabuleiro, com início da deposição sedimentar nas praias de Tremembé e Quitérias. Esses sedimentos foram impulsionados pela dinâmica eólica e variações eustáticas locais. O déficit sedimentar neste campo de dunas, foi relacionado com uso e ocupação do solo que contribuem para desconfiguração morfológica de alguns setores e impermeabilização do solo. A sequência vegetacional deste campo de dunas, dá origem a uma mata de tabuleiro de porte arbustivo, em alguns pontos com pontos isolados de baixa antropização, com registros de diversas espécies da avifauna e mastofauna como no Mundo Novo. A figura 04, traz o mapa com espacialização da proposta das áreas prioritárias no setor Oeste do município.



Figura 3: Áreas prioritárias setor Oeste
Fonte: Google hearth (2021)

O levantamento destes componentes da planície costeira identificados como prioritários para a proteção, proporcionaram a espacialização dos principais serviços ecossistêmicos, que foram apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Serviços ecossistêmicos do manguezal, tabuleiro, dunas e falésias

SERVIÇOS*	FUNÇÕES*	MANGUEZAL
Regulação do clima		Ameniza as condições climáticas locais, influência no microclima.

Produção primária	Parte da produção primária bruta transformada em matéria prima.	Reações geoambientais e ecodinâmicas associadas à formação e consumo no manguezal; regulam a produção pesqueira.
Produção de alimento	Parte da produção primária bruta transformada em alimento com as atividades de pesca.	Componentes vinculados à produção e distribuição de nutrientes. Atividades de produção de alimentos no manguezal.
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, ciclagem interna, processamento e aquisição de nutrientes	O estuario e o banco de algas integram-se para a produção de nutrientes e representam a base da biodiversidade regional.
Segurança alimentar	Produção de alimento para as comunidades relacionadas com a pesca,	Inserção das comunidades no ecossistema manguezal com pesca e mariscagem,
Controle biológico	Regulação da dinâmica trófica (cadeia alimentar) de populações.	cadeia alimentar com suporte para a fauna. Biodiversidade inserida nas atividades tradicionais de pescadores e marisqueiras.
Refúgio de vida silvestre	Habitat para as populações residentes e migratórias	Estuarinos associado a diversidade de avifauna e demais espéccies
Recreação	Oportunidades para atividades recreacionais	Atividades de lazer no manguezal; atividades culturais nos ecossistemas
Proteção da costa contra extremos	Amortecimento e integridade das respostas ecossistêmicas associada às flutuações ambientais	Componentes integrados com a evolução dos bancos de areia, produção e distribuição de sedimentos e dinâmica da cobertura vegetal.
SERVIÇOS	FUNÇÕES	TABULEIRO, DUNAS E FALÉSIAS
Produção de alimento e regulação climática	Temperatura global, precipitação e processos biológicos mediadores de fenômenos climáticos locais e globais.	A mata de tabuleiro é fundamental para a produção de alimento. É fundamental para regular o clima e a qualidade do ar.
Suplemento de água	Armazenamento e retenção da água Conjunto de aquíferos associados aos componentes morfológicos da costa.	Interconexões com os aquíferos; regula as propriedades físico-químicas da salinidade e densidade dos aquíferos;
Regulação hidrológica	Atua nos fluxos hidrológicos integrados com a bacia hidrográfica e os aquíferos.	Chuvas distribuídas sobre o tabuleiro e demais sistemas; As dunas e as falésias são responsáveis pela recarga dos aquíferos
Controle da erosão e retenção de sedimentos	Conservação do solo. Fonte de sedimentos para a deriva litorânea e amortecimento de eventos extremos.	A mata de tabuleiro e dunas proporcionaram concentração de solo, estratégicos para a produção de alimento.
Formação de solo	Solos derivados das rochas, dos sedimentos da planície costeira e do tabuleiro litorâneo.	Evolução pedológica relacionada com sedimentos dos demais fluxos da planície costeira. O tabuleiro, é produtor de solo.
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, ciclagem interna, processamento e aquisição de nutrientes	No tabuleiro litorâneo, dunas e falésias, estão as extensões de ciclagem de nutrientes.
Controle biológico	Regulação da dinâmica trófica (cadeia alimentar) de populações.	A biodiversidade associada às dunas, mata de tabuleiro sustentam conexões integradas com os demais ecossistemas costeiros.
Refúgio de vida silvestre	A maior área contínua de mata de tabuleiro no Ceará próxima do litoral.	Os ecossistemas, integrados pela fauna e os microrganismos o universo da vida.
Recursos genéticos	Produção de produtos biológicos para medicina e para pesquisa científica,.	Usos tradicionais da fauna e flora. Corredores ecológicos com as unidades de conservação;
Amortecimento das consequências do aquecimento	Funções geoambientais, ecológicas e socioeconômicos que balizaram as ações e medias enfrentar os impactos globais.	Atuam na manutenção do amortecimento dos efeitos projetados pelo aumento da temperatura média e subida do nível do mar

Fonte: Modificado Meireles *at al* (2020)

Estes dados proporcionaram a elaboração de propostas de ações urgentes e a curto prazo, para o enfrentamento desses efeitos, fazendo-se necessário considerar essas propostas no planejamento e execução de ações de controle e enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas.

As propostas e ações para a gestão ambiental da planície Icapuí, com foco no enfrentamento das mudanças climáticas e amenização de seus efeitos, abordando ações de curto e médio prazo, de acordo com suas urgências de implantação, pode sem consideradas a partir do monitoramento das áreas de erosão costeira, o reflorestamento das áreas degradadas no manguezal e na mata de tabuleiro, a gestão efetiva dos recursos hídricos e dos resíduos sólidos. A longo prazo, o reestabelecimento das encostas dunas e falésias, a criação do plano de gestão da zona costeira, recuperação das cicatrizes da mineração nas encostas e criação de um conjunto de leis com ampliação das áreas protegidas, elaboração dos devidos zoneamentos e planos de manejo, bem como a criação de um sistema integrado de gestão.

5. Considerações finais

Diante do cenário de avanço da degradação e comprometimento dos serviços ecossistêmicos essenciais à sobrevivência dos seres vivos, vê-se a necessidade de desenvolver sistemas de proteção complexos e integrados da planície costeira de Icapuí, através da criação de áreas protegidas, que garantam os fluxos geoambientais, considerando a diversidade dos sistemas e suas particularidades.

O levantamento das áreas protegidas e definição de prioridade para a proteção e conservação, vem ao encontro da necessidade do estabelecimento de políticas municipais de gestão ambiental, servindo como base para a criação do sistema municipal de proteção ambiental, garantindo a manutenção dos serviços ambientais, a utilização correta dos recursos e a amenização dos efeitos das mudanças climáticas em nível local.

Situações referentes a efeitos do clima sobre o município de Icapuí são visíveis como o desaparecimento de ruas inteiras de comunidades a beira mar, colapsos de exutórios dos aquíferos, e diminuição drástica do estoque pesqueiro bem como de outras espécies da fauna e flora.

Fomentar dados e apontar ferramentas de planejamento e gestão, através de uma abordagem científica, consolida ações de proteção e conservação de sistemas ambientais com elevada relevância fragilidade ambiental, é fundamental para o equilíbrio ecológico, bem como para o enfretamento das mudanças climáticas e a sobrevivência das populações.

Portanto, a abordagem de áreas protegidas e o levantamento de áreas prioritárias e seus desafios de manejo, compreendendo a diversidade de serviços ecossistêmicos a serem sistematizados, e propor os métodos de proteção dentro das categorias de conservação estabelecidas no SNUC, dá suporte científico, político, de planejamento e gestão para a evolução de processos de conservação e preservação dos sistemas ambientais da planície costeira de Icapuí.

6. Referências

AQUASIS - Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos / Fundação Brasil Cidadão para a Ciência, Tecnologia, Educação e meio Ambiente (FBC). **Relatório Parcial de Atividades. Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação e Recuperação**. AQUASIS e FBC, Icapuí-CE: 2003, 550pp.

ICAPUÍ – Lei Municipal 262/1998. **Cria a área de Proteção Ambiental da Praia de Ponta Grossa.**

ICAPUÍ – Lei Municipal 633/2014. **Modifica a Lei 262/1998 e a delimitação da APA de Ponta**

Grossa.

ICAPUÍ **-** Lei Municipal 298/2000. **Cria a Área de Proteção Ambiental do Manguezal da Barra Grande.**

ICAPUÍ- Lei Municipal 634/2014. **Modifica a Lei 298/2000 e a delimitação da APA da Barra Grande.**

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Aquecimento Global de 1,5°C: Sumário para Formuladores de Políticas**. MCTiC: Brasil, 2019.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico dos Município**. Fortaleza-CE, 2010.

MARGULES, C., PRESSEY, R. **Systematic Conservation Planning.** Nature 405, 243–253 (2000).

MEIRELES, A. Jeovah. A.; SILVA, J. Arimatea; SILVA, André. Luiz. B.; LIMA, Ana. Paula. S.; **Enfrentar as mudanças climáticas: plano participativo de Icapuí** [livro eletrônico] / Antonio Jeovah de Andrade Meireles...[*et al*.]. -- 1. ed. -- Fortaleza, CE: Fundação Brasil Cidadão. 2020.

MEIRELES, A. J. A. **Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais**. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

MEIRELLES, C.O. **Mortality of the Antillean manatee, *Trichechus manatus manatus* , in Ceará State, north-eastern Brazil.** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2008, Vol.88(6), pp.1133-1137.

MENDONÇA, F. **Geografia Física: ciência humana?** 2 Ed., São Paulo: Contexto. 1991.

MORETZ-SOHN, C. D. **Dinâmica de Uso e Ocupação em Paisagens Costeiras no Município de Icapuí-CE**. Dissertação de Mestrado. UFC, 2019.

NUNES, J. O. R.; NETO, J. L. S.; TOMMASELLI, J. T. G., *et al*. **A influência dos métodos científicos na geografia física**. Revista Terra Livre, volume 2, número 27. Campinas, 2015.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E. V. **A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica**. Mercator – Revista de Geografia da UFC. Ano 01, número 01, 2002.

SILVA, J. A. **Manguezal do estuário Barra Grande em Icapuí – CE: da degradação ao processo de recuperação e mudança de atitude** / José de Arimatea da Silva – 2012. 148 f.

SOBRINHO, T. P., **Proto-história cearense** – Fortaleza: UFC, 1980.

TEIXEIRA, N. F. F.;, VICENTE da SILVA, E.; FARIAS, J. F.. **Geoecologia das paisagens e planejamento ambiental: discussão teórica e metodológica para a análise ambiental. Planeta Amazônia:** Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas. ISSN 2177-1642 Macapá, n. 9, p. 147-158, 2017. Disponível em: https://periodicos.unifap.br/index.php/planeta.

WWF - WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Planejamento Sistemático da Conservação**. Disponível em : wwf.org.br.

ÁREAS DE PASTAGENS COMO PRIORITÁRIAS PARA A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS

Liliane Moreira Nery
Débora Zumkeller Sabonaro
Darllan Collins da Cunha e Silva

Resumo
As preocupações acerca da sustentabilidade em sistemas agropecuários evidenciam a necessidade de novas abordagens para a produção e práticas que não tenham efeitos adversos nos bens e serviços ambientais. Os sistemas de integração, ou sistemas integrados (SI), que incorporam atividades de produção agrícola, pecuária e/ou florestal, são sugeridos como tecnologias de produção capazes de minimizar esses impactos no meio ambiente, todavia, o processo de difusão tecnológica é complexo, necessitando o conhecimento prévio das especificidades locais. Portanto, o presente estudo, através de análise multicritério apoiada ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), delimitou a priorização de áreas de pastagens para receberem ações de transferência de tecnologia (TT) que auxiliem na implementação de SI na bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim. Verificou-se que as pastagens analisadas possuem um perfil tecnológico limitado, com déficit ao acesso à capacitação por parte dos produtores rurais, refletindo negativamente na priorização da tomada de ações em TT, sendo identificado que 11,76% das pastagens apresentam alta prioridade para receber ações de TT, 11,76% apresentam média prioridade e 76,48% apresentam baixa prioridade. Sendo assim, conclui-se que as instituições necessitam fortificar suas relações com os produtores para propor uma metodologia adequada de TT, que atendam suas condições.

Palavras-Chave: Multicritério; Tecnologia; Agropecuária; Geoprocessamento.

Abstract
Concerns about sustainability in farming systems highlight the need for new approaches to production and practices that do not have adverse effects on environmental goods and services. Integration systems, or integrated systems (IS), incorporating crop, livestock and/or forestry production activities, are suggested as production technologies capable of minimizing these impacts on the environment, however, the process of technological diffusion is complex, requiring prior knowledge of local specificities. Therefore, the present study, through multicriteria analysis supported by the Geographic Information System (GIS), determined the prioritization of pasture areas to receive technology transfer (TT) actions to assist in the implementation of IS in the Pirajibu-Mirim river basin. It was found that the analyzed pastures have a limited technological profile, with a deficit of access to training by rural producers, negatively reflecting the prioritization of the taking of actions in TT, being identified that 11.76% of pastures have high priority to receive TT actions, 11.76% have medium priority and 76.48% have low priority. Therefore, it is concluded that institutions need to strengthen their relations with producers to propose an adequate TT methodology, which meet their conditions.

Keywords: Multicriteria; Technology; Agriculture; Geoprocessing.

1. Introdução

A necessidade de expandir a fronteira agrícola para a produção de alimentos e fornecer espaço para uma população em crescimento, em contraposição à necessidade de reduzir esses processos de degradação, reforça a carência de se encontrar soluções que favoreçam o desenvolvimento socioeconômico sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais (VILELA; MARTHA JÚNIOR; MARCHÃO, 2012; CORDEIRO et al, 2015; PACHECO; MÉNDEZ; MORO, 2020). Algumas tecnologias de produção agrícola, como os sistemas de integração (SI), são capazes de promover a intensificação do uso da terra, aumentando a eficiência dos sistemas de produção, ao mesmo que tempo que promovem benefícios recíprocos entre os diferentes componentes produtivos, reduzindo as causas da degradação no meio ambiente (VILELA; MARTHA JÚNIOR; MARCHÃO, 2012).

Esses sistemas contemplam até quatro módulos, sendo eles: integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), integração pecuária-floresta (IPF) e integração lavoura-floresta (ILF) (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015; COSTA *et al.*, 2018). Resumidamente, os SI, ao fundamentaram-se na integração espacial e temporal de dois ou três componentes do sistema produtivo, atingem níveis cada vez mais elevados de qualidade ambiental e de competitividade, reduzindo a pressão sobre ecossistemas naturais, em virtude da relação sinérgica entre a lavoura, pecuária e/ou silvicultura (CORDEIRO, *et al.* 2015).

Entre as principais características desses meios de produção destaca-se a possibilidade de recuperação de áreas degradadas ao mesmo tempo em que resolve a baixa produtividade de pastagens por meio da intensificação do uso da terra (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015; REIS *et al.*, 2016; CORTNER *et al.*, 2019). Além disso, os SI também são considerados tecnologias eficientes na compensação das emissões de gases de efeito estufa (GEE), possuindo maior potencial de contribuir para a retenção de carbono no solo e na biomassa madeireira (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015; FIGUEIREDO *et al.*, 2017; ASSAD *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2019).

A depreciação de atividades que causam degradação e impactos adversos ao meio ambiente em virtude da valorização do desenvolvimento meios produtivos mais sustentáveis, incentivam o desenvolvimento e adoção de tecnologias voltadas para a transformação da atual dinâmica produtiva agrária, em sistemas mais sustentáveis (DERETI, 2009; CORTNER *et al.*, 2019; WUNDER *et al.*, 2020) Todavia, o processo da disseminação tecnológica envolve diversos atores institucionais que desempenham papéis importantes no auxilio, compreensão e implementação de novas tecnologias, atuando no acompanhamento de ações de divulgação, capacitação, pesquisa e transferência de tecnologia (TT) (VINHOLIS *et al.*, 2020).

Considerando a diversidade de condições em que as atividades agropecuárias são realizadas e as condições socioeconômicas dos produtores, é necessário um sistema de TT que considere tais aspectos (DELGADO; BISBAL, 2005). Portanto, o conceito, as metodologias e ferramentas de TT devem colocar-se a serviço de um modelo de desenvolvimento com enfoque na realidade da propriedade rural (DERETI, 2009). Dessa forma é importante conhecer os aspectos socioeconômicos dos produtores, para que se garanta, não apenas a apropriação das tecnologias desenvolvidas e sua adoção, mas como também a garantia de sua preservação, além de se identificar as oportunidades de TT específicas para o espaço rural (DELGADO; BISBAL, 2005; DERETI, 2009; MESA; MACHADO, 2009).

Uma metodologia adequada de TT permite melhorar os sistemas de produção e promover uma melhoria contínua na agropecuária, refletindo no nível de capacitação rural e na geração de renda para os produtores (FIRETTI *et al.*, 2012). Sendo assim, o presente estudo procurou priorizar áreas de pastagens, através de análise multicritério apoiada ao Sistema de Informações Geográficas,

em uma importante bacia hidrográfica do município de Sorocaba – SP, para o desenvolvimento de ações de TT que auxiliem na implementação de SI.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A região de estudo refere-se a bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim, localizada integralmente no município de Sorocaba, nas coordenadas UTM (m) 253.644; 7.408.081 e 262.281; 7.392.651; no fuso 23S, *datum* SIRGAS 2000, com aproximadamente 55,35 km² de extensão. Sorocaba possui uma população estimada de 679.378 habitantes (IBGE, 2019), e está localizada ne região sudeste do estado de São Paulo, a 100 km da capital. O mapa altimétrico gerado para a bacia hidrográfica do Pirajibu-Mirim, conforme observado na Figura 1, indicou uma elevação mínima e máxima variando de 555 a 1.028 metros respectivamente.

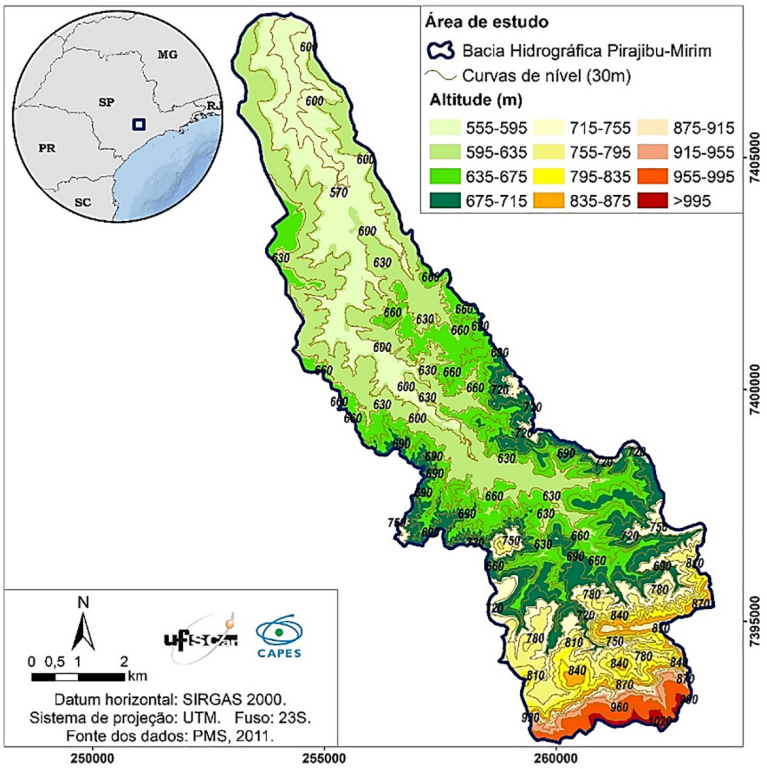


Figura 1: Localização da área em estudo

Fonte: Autoria própria.

2.2 Elaboração dos planos de informações

Para a determinação de áreas prioritárias para a TT em locais de pastagens na bacia hidrográfica em estudo, se fez necessário o levantamento de informações acerca de dados ambientais e socioeconômicos. O produto final dos planos de informações (PI) produzidos, resultou na priorização das áreas para receberem as ações de TT, com foco na adequação das áreas de pastagens em SI, de forma que essa priorização se deu através da aplicação da análise multicritério em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), sendo utilizado o *software* ArcGIS 10.5.

2.2.1 Cobertura e uso da terra

O mapeamento da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim se fez necessário para a identificação das áreas de pastagens da região. Sendo assim, realizou-se a retificação manual do "Mapa de vegetação, uso e ocupação do solo de Sorocaba" (PMS, 2011), utilizando como base a imagem do Google Earth Pro, ano 2020, e visitas in loco para a confirmação de alguns usos, os quais foram retificados.

A nomenclatura utilizada no mapeamento de uso e ocupação da terra foi baseada no sistema básico de classificação da cobertura e uso da terra (SCUT), adotando as seguintes identificações: área urbanizada; lavoura temporária e permanente; pastagem; silvicultura; campestre; floresta; corpo d'água e área descoberta (IBGE, 2013).

2.2.2 Adequabilidade à área de preservação permanente

Por compreender que os SI possuem um caráter tecnológico sustentável e que a implementação desses sistemas em áreas legalmente protegidas pode ter caráter impeditivo, optou-se por avaliar a condição das propriedades rurais em áreas de pastagens quanto estas estarem exógenas à APPs, sendo essas delimitadas conforme a Lei 12.2651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). Para tal, inicialmente foi elaborado o modelo digital de elevação (MDE) utilizando pontos cotados e de curvas de nível do munícipio de Sorocaba (PMS, 2011), com suporte da hidrografia mapeada para a área de estudo, através da ferramenta *Topo to Raster* (HUTCHINSON, 1989; CECÍLIO *et al.*, 2013), sendo o produto finalizado com o pós-processamento para geração do MDEHC (modelo digital de elevação hidrologicamente consistente) utilizando a ferramenta *fill* do ArcGIS (PELUZIO; SANTOS; FIEDLER, 2010).

2.2.3 Adequabilidade à capacidade do uso da terra

A identificação do grau de intensidade máxima de cultivo aplicado a determinado solo é muito importante para auxiliar nas decisões de como obter uma boa e permanente razão custo-benefício das atividades agrícolas. Sabendo as limitações presentes em cada classe de uso da terra, assim como os fatores a serem considerados no momento da classificação, a determinação das classes de capacidade de uso da terra para área de estudo foi baseada na metodologia adaptada e proposta por Lepsch *et al.* (1991), observando os parâmetros de declividade e as características pedológicas dos solos encontrados na bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim.

As classes de declividade foram obtidas através do MDEHC utilizando a ferramenta *slope* do ArcGis 10.5. Quanto às informações pedológicas da região, foram obtidas do mapa pedológico do Estado de São Paulo (ROSSI, 2017).

Identificando o fator mais restritivo para cada item, com base nos critérios adaptados de Drugowich *et al.* (2015), foi possível identificar as classes de capacidade do uso da terra na área de estudo, e assim, posteriormente, identificar os níveis de adequabilidade das áreas de pastagens anteriormente mapeadas.

2.2.4 Acesso à infrastrutura agropecuária e capacitação

Entende-se que fatores socioeconômicos favorecem e auxiliam o processo de TT, estando associados com o maior potencial de adoção e promoção de novos sistemas de produção ao longo do tempo. Dessa forma, para identificar o grau de acesso à infraestrutura agropecuária e o acesso à capacitação dos produtores rurais em pastagens identificados na área de estudo, foi aplicado um formulário de pesquisa com perguntas pontuadas de 0 a 1, com o objetivo de

classificar os produtores em baixo ou alto nível de acesso à infraestrutura agropecuária e acesso à informação e capacitação (Quadro 1), pois dessa forma foi possível expressar os resultados obtidos espacialmente, ou seja, esses dados também foram mapeados, já que o processo de priorização foi realizado por meio de modelagem em SIG.

Quadro 1: Pontuação para determinação dos níveis dos produtores rurais ao acesso a infraestrutura e informação.

	PONTUAÇÃO	
	Acesso à infraestrutura agropecuária	**Acesso à informação e capacitação**
Baixa	0-5	0-7
Alta	6-12	8-16

Fonte: Autoria própria.

2.2.5 Determinação de áreas prioritárias para ações de TT em áreas de pastagens

A partir dos mapas intermediários, com seus atributos reclassificados, de acordo com o grau de importância e adequação para a transferência de tecnologia com o objetivo de implantação de SI ao uso de pastagem, utilizou-se da análise multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para a determinação dos pesos de importância ponderados para cada tema. Posteriormente, foi realizada a álgebra de mapas através da ferramenta *Weighted Sum* para a obtenção da classificação da priorização (RIBEIRO *et al.*, 2016), de forma que as operações algébricas foram realizadas conforme a Equação 1.

$$P_{TT} = \sum_{i=1}^{4} C_i \times P_i$$

Sendo:
PTT: Priorização de ações de transferência de tecnologia;
Ci: Classes de atributos utilizados para hierarquização da priorização das ações de transferência de tecnologia (C1: Adequabilidade à capacidade de uso da terra; C2: Atuação em área com restrição ambiental; C3: Infraestrutura agropecuária; C4: Acesso à informação e capacitação);
Pi: peso de cada classe de atributos calculado por meio da AHP.

3. Resultados e Discussão

Através do mapeamento da cobertura e uso da terra foram identificadas 6,72 km^2 de pastagens na bacia hidrográfica em estudo, representando 12,14%, da área total em estudo. Essas áreas foram visitadas e algumas foram reclassificadas como áreas campestres, por não apresentarem produção pecuária no local. Obteve-se essa afirmação através da confirmação visual e entrevistas realizadas com os moradores próximos da área visitada ou com os próprios proprietários.

Ao confrontar a carta referente a delimitação das áreas de APP com as áreas de pastagens mapeadas, verificou-se que a 94,11% das propriedades apresentam algum grau de interferência nas áreas protegidas, estando parcialmente em áreas de APP ou até mesmo integralmente. Pereira *et al.* (2018), afirma que são diretrizes básicas para a priorização da TT na ILPF, a preservação da vegetação natural, o respeito à legislação ambiental e a atuação em áreas que não sejam unidades de conservação, terras indígenas, ou outras áreas protegidas, sendo imprescindível a realização

dessa análise.

Quanto à adequabilidade à capacidade do uso da terra, verificou-se que em todos as pastagens mapeadas o grau de adequabilidade foi representado de forma heterogênea nas propriedades, apresentando utilização da terra nos níveis de subutilização e sobreutilização em uma mesma área, sendo assim, para que se fosse possível avaliar os níveis de adequabilidade de forma uniforme nos polígonos respectivos à pastagens, avaliou-se a predominância da subutilização ou da sobreutilização em cada pastagem, chegando assim, na sua classificação final, onde verificou-se que 72,72% das áreas se encontram em sobreutilização e 27,28% em subutilização da capacidade do uso da terra.

Em relação ao acesso à infraestrutura agropecuária, verificou-se em todas as áreas um déficit relacionado com a variabilidade da produtividade, sendo essa focada essencialmente em pastagens simples de pouco aporte tecnológico, sendo observado que das 17 pessoas entrevistadas, apenas 7 também desenvolviam algum tipo de produção vegetal. Além disso, raramente o produtor rural tem acesso à maquinário agrícola e unidades de armazenamento de grãos, sendo que apenas 1 produtor afirmou ter local para armazenagem de grãos e 6 produtores afirmarem possuírem máquinas ou tratores para auxiliarem em suas atividades.

Quanto ao acesso à capacitação, 35% possuem ensino fundamental completo, 18% ensino médio completo, 29% ensino superior completo e 18% não possuem o ensino fundamental completo. Apesar da diferença entre os diferentes graus de escolaridade, observa-se uma grande escassez do acesso à informação e capacitação por parte dos produtores, sendo verificado através das entrevistas em campo que 53% dos entrevistados não recebem nenhum tipo de assistência técnica agropecuária e não possuem acesso às informações técnicas sobre o tema. Daqueles que recebem auxílio técnico, 3 entrevistados afirmaram receber ajuda de cooperativas ou sindicatos, apenas 1 produtor afirmou receber auxílio da Embrapa e 3 responderam que recebem auxílio de empresas privadas.

É comum que pequenos e médios produtores rurais não incorporam facilmente novas tecnologias, em virtude dos baixos níveis de escolaridade e ausência de educação formal, além disso, pecuaristas, apresentem um perfil com menos acesso à tecnologia, representando um empecilho para aceitação e implementação de novas modalidades de produção (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015). A formação de uma rede de relacionamentos e troca de informações é essencial para esses produtores, subsidiando o produtor nas áreas de comercialização, aquisição de suprimentos, auxílio em serviços esporádicos, serviços de saúde animal e incorporação de tecnologias em seus sistemas (BENDAHAN *et al.*, 2018).

Considerando que as metodologias e ferramentas de TT no setor primário devem colocar-se a serviço da realidade do produtor rural (DERETI, 2009), com base nos PI elaboradas e da análise AHP, obteve-se a priorização das áreas a receberem ações de TT para o desenvolvimento de sistemas produtivos integrados em pastagens, conforme observado na Figura 2. Das 17 áreas entrevistadas e avaliadas, 11,76% apresentam alta prioridade para receber ações de TT, 11,76% apresentam média prioridade e 76,48% apresentam baixa prioridade.

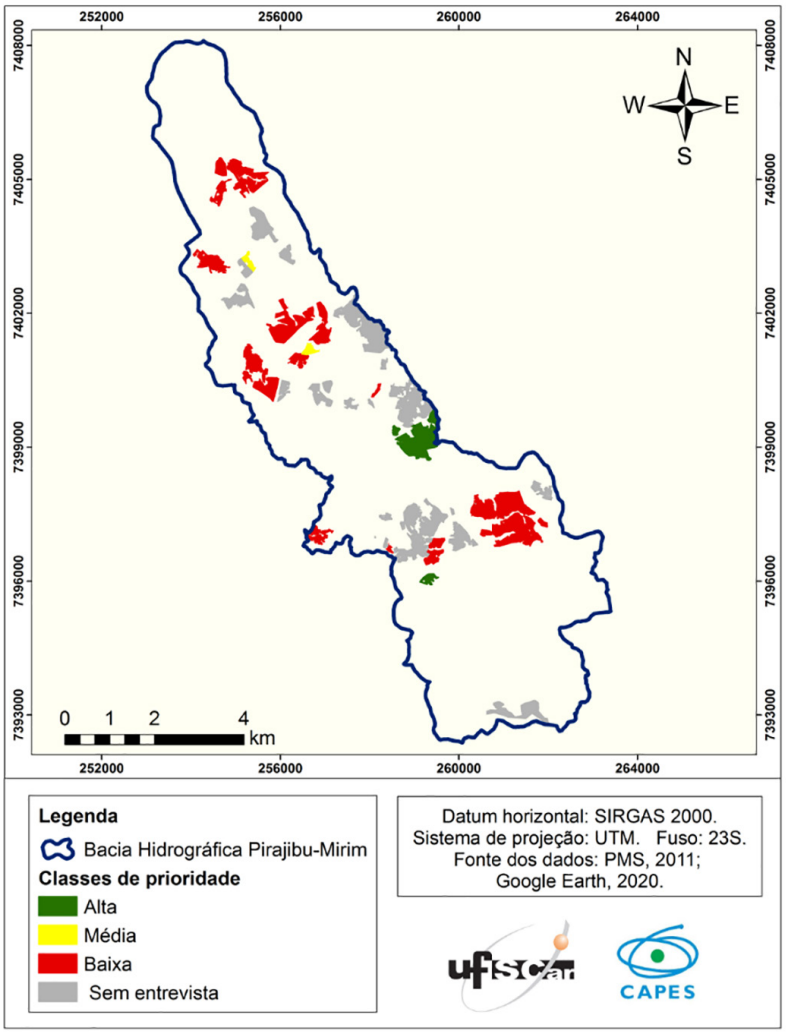


Figura 2: Priorização das áreas de pastagens para a transferência de tecnologia.

Fonte: Elaboração própria.

A expressão significativa de áreas com baixa prioridade para a tomada de ações de TT se deve aos baixos níveis de alcance à capacitação e infraestrutura. A adoção de tecnologias sustentáveis, exige a capacitação de capital humano, de modo que os conhecimentos adquiridos assegurem a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuária (MESA; MACHADO, 2009).

Melhores programas de treinamento rural são necessários para fornecer uma força de trabalho adequada, assim como uma maior troca de conhecimento entre os agricultores e outras partes interessadas (CORTNER *et al.*, 2019). Uma percepção frequentemente relatada pelos entrevistados foi a dificuldade em obter contato com atores institucionais que pudessem auxilia-los em sua qualificação, representando um empecilho para o avanço e melhorias das atividades realizadas pelos produtores. Associações profissionais são essenciais para a promoção de novas tecnologias, pois sugerem maior exposição às últimas inovações e o contato com colegas que já implementaram novas práticas (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015).

4. Considerações Finais

A área em estudo possui um perfil tecnológico pouco desenvolvido, sendo observado uma produção pecuária pouco especializada. O desenvolvimento da atividade de pastoreio em áreas

de preservação permanente e em áreas inadequadas do ponto de vista do nível da capacidade de suporte do solo, reforça que a falta de informação e capacitação favorecem o predomínio de práticas de produção extensivas e depredatórias, contribuindo para a geração de impactos adversos no meio ambiente, diminuindo drasticamente os níveis de sustentabilidade dos sistemas agropecuários.

Apesar dos baixos níveis de qualificação dos produtores rurais entrevistados, observou-se um anseio por parte dos mesmos por receberem maior apoio de atores institucionais, portanto, conclui-se que, apesar de poucas áreas apresentarem condições propicias para a implementação dos SI, as instituições necessitam fortificar suas relações com os produtores para propor uma metodologia adequada de transferência de tecnologias, que atenda as condições desses produtores, com o intuito de os sistemas de produção e promover uma melhoria contínua na agropecuária.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, processo 88887.492964/2020-00.

6. Referências

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; CORDEIRO, L. A. M.; EVANGELISTA, B. A. Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. In: : BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019, p. 155-167.

BENDAHAN, A. B.; POCCARD-CHAPUIS, R.; MEDEIROS, R. D. de; COSTA, N. de L.; TOURRAND, J. F. Management and labour in an integrated crop-livestock-forestry system in Roraima, Brazilian Amazonia. **Cahiers Agricultures**, v. 27, n. 25005, p. 1-7, 2018. doi: https://doi.org/10.1051/cagri/2018014

BRASIL. **Lei nº 12. 651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 10 de agosto de 2020.

CECÍLIO, R. A.; COUTINHO, L. M.; XAVIER, A. C.; MOREIRA, M. C.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. O.; Delimitação de bacia hidrográfica em região montanhosa a partir de diferentes modelos digitais de elevação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2007-2024, 2013. doi: http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2007.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTA JÚNIOR, G. B. Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 15-43, 2015. doi: http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2015.v32.23294.

CORTNER, O.; GARRET, R. D.; VALENTIM, J. F.; FERREIRA, J.; NILES, M. T.; REIS, J.; GIL, J. Perceptions of integrated crop-livestock systems for sustainable intensification in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 82, p. 841-853, 2019. doi: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.01.006.

COSTA, M. P.; SCHOENEBOOM, J. C.; OLIVEIRA, S. A.; VIÑAS, R. S.; MEDEIROS, G. A. A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 1460e1471, 2018. doi: https://

doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.063.

DELGADO, R.; BISBAL, C. E. Un sistema integral de evaluación y transferencia de tecnologías para uma agricultura sustentable en Venezuela. **Agronomía Trop**., v. 55, n. 2, p. p. 163-181, 2005.

DERETI, R. M. Transferência e validação de tecnologias agropecuárias a partir de instituições de pesquisa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 19, p. 29-40, 2009.

DRUGOWICH, M.I. et al. Tutorial para aplicação da Resolução SAA - 11. Campinas, SP: CATI, 2015, 32p.

FIGUEIREDO, E. B.; JAYASUNDARA, S.; BORDONAL, R. O.; BERCHIELLI, T.; REIS, R. A.; WAGNER-RIDDLE C.; SCALA JÚNIOR, N. L. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil, **Journal of Cleaner Production**, v. 142, n. 1, p. 420-431, 2017. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.132.

FIRETTI, R.; CAPANEMA, L. M.; FACHINI, C.; TURCO, P. H. N.; VEIGA FILHO, A. A. Análise de variáveis estratégicas para o desenvolvimento da agropecuária da região do Pontal do Paranapanema. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 1, p. 141-156. doi: https://doi.org/10.1590/S0103-20032012000100008

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop–livestock–forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.199, p. 394-406, 2015. doi: https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.008.

HUTCHINSON, M. F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits**. Journal of Hydrology**, v. 106, n. 3, p. 211-232, 1989.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf. Acesso em: 21 de abril de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada 2019**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama. Acesso em: 28 de julho de 2020.

LEPSCH, I. F. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas, SP: SBCS, 1991, 175p.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216p

MESA, A.R.; MACHADO, H. Capacitación de productores y directivos para la adopción de tecnologías de producción animal sostenible. **Pastos y Forrajes**, v. 32, n. 1, p. 1-8, 2009.

PACHECO, H. A.; MENDEZ, W.; MORO, A. Soil erosion risk zoning in the Ecuadorian coastal region using geo-technological tools. **Earth Sci. Res. J**., v. 23, n. 4, p. 293-302, 2019 doi: http://dx.doi.org/10.15446/esrj.v23 n4.71706.

PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R.; FIEDLER, N. C. (Org**.). Mapeamento de áreas de preservação permanente no ArcGIS 9.3**. Alegre: CAUFES, 2010. 58p.

PEREIRA, S. E. M.; MANZATTO, C. V.; SKORUPA, L. A.; PENTEADO, M. I. O.; OLIVEIRA, P.; NOVAES, R. M. L.; SIMÕES, M. **Análise multicritério para planejamento em sistemas de integração lavoura**, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2018, 44p.

PMS. Prefeitura Municipal de Sorocaba. **Plano Diretor Ambiental de Sorocaba**. 2011.

REIS, J. C.; RODRIGUES, R.; CONCEIÇÃO, M.; MARTINS, C. Integração lavoura-pecuária-floresta

no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative. **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, n. 1, p. 58-73, 2016. doi: https://doi.org/10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18061.

RIBEIRO, R. H.; IBARR, M. A.; BESEN, M. R.; BAYER, C.; PIVA, J. T. Managing grazing intensity to reduce the global warming potential in integrated crop–livestock systems under no-till agriculture. **Eur J Soil Sci**. v.71, p.1120– 1131, 2019. doi: https://doi.org/10.1111/ejss.12904

RIBEIRO, A. S.; MINCATO, R. L.; CURI, N.; KAWAKUBO, F. S. Vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica pelo processo analítico hierárquico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 01, p. 16-31, 2016. doi: https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.1.p016-031

ROSSI, M. 2017. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. V.1. 118p.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: alternativa para intensificação do uso. **Revista UFG**, v. 13, n. 13, p. 92-99, 2012.

VINHOLIS, M. M. B.; SAES, M. S. M.; CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M. The effect of meso-institutions on adoption of sustainable agricultural technology: A case study of the Brazilian Low Carbon Agriculture Plan. **Journal of Cleaner Production**, v. 280, p. 124334, 2020. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124334

WUNDER, S. et al. Payments for Environmental Services: Past Performance and Pending Potentials. **Annual Review of Resource Economics**, v. 12, p. 209-234, 2020. doi: https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-094206.

REFLEXÕES ACERCA DAS INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO DOS SABERES TRADICIONAIS E DE TERRITÓRIOS

ÁFIA SUELY SANTOS DA SILVA DE ALMEIDA
ANTONIO JEOVAH DE ANDRADE MEIRELES
ANNA ERIKA FERREIRA LIMA
ELSINE CARNEIRO FALCÃO

Resumo
A Indicação Geográfica (IG) é um instrumento de mercado concedido a produtos que resguardam em si características específicas relacionadas a geografia de um território, distinguindo-se sob duas formas: Indicação de Procedência (IP) e Denominação de Origem (DO). Estas, surgem na perspectiva de promover o desenvolvimento territorial, preservar as tradições locais, diferenciar produtos e serviços, gerando efeitos para produtores, prestadores de serviço e consumidores. Objetivando trazer reflexões acerca desse instrumento de gestão que tem avançado no Brasil nas últimas décadas, buscou-se analisar os reflexos na implantação das IGs, seus limites e possibilidades. Para isto, realizou-se um estudo teórico, utilizando como instrumento metodológico a pesquisa bibliográfica sob a visão de autores que trabalharam a temática. Observou-se que na última década, o Brasil avançou consideravelmente na regulamentação de novos produtos. Porém, faz-se necessário analisar com mais propriedade de que forma as IGs tem alcançado efetivamente o âmbito da proteção dos saberes tradicionais e dos territórios.

Palavras-Chave: Identidade; Saber-fazer; Comunidades.

Abstract
Geographical Indication (GI) is a market instrument granted to products that preserve specific characteristics related to the geography of a territory, distinguishing itself in two forms: Indication of Origin (IP) and Denomination of Origin (DO). These arise from the perspective of promoting territorial development, preserving local traditions, differentiating products and services, generating effects for producers, service providers and consumers. Aiming to bring reflections about this management instrument that has been advancing in Brazil in the last decades, we sought to analyze the reflexes in the implementation of the IGs, their limits and possibilities. For this, a theoretical study was carried out, using bibliographic research as a methodological instrument under the view of authors who worked on the theme. It was observed that in the last decade, Brazil has advanced considerably in the regulation of new products. However, it is necessary to analyze more properly how the IGs have effectively reached the scope of protection of traditional knowledge and territories.

Key words: Identity; Know how; Communities.

1. Introdução

Considerada um ativo intangível no contexto da propriedade industrial, a Indicação Geográfica (IG) constitui-se numa ferramenta de proteção e valorização coletiva de produtos tradicionais associados a determinados territórios, posto que, visa promover e garantir a qualidade de produtos de origem geográfica de renome comprovado, ressaltando o saber fazer tradicional, a forma de produção e costumes, além de propiciar a qualidade dos fatores ambientais (FERNANDES; FRAGA; COSTA, 2018).

Considerada como um instrumento de valorização da tradição e cultura de um país, as IGs devem resguardar os produtos contra o uso inapropriado, restringindo-os apenas aos produtores delimitados por seu território seguindo regras estabelecidas pautadas nas legislações vigentes (INPI ,2021). Ressalta-se que tem como objetivo atender às exigências do mercado consumidor, o que proporcionou problemas relacionados com impactos ambientais e conflitos comunitários e étnicos invisibilizados desde o licenciamento da atividade produtiva em larga escala até a certificação orgânica (C-CONDEM, 2007; MEIRELES e QUEIROZ, 2011). Para que haja o reconhecimento e/ou certificação de produtos e serviços com IG, informações como: tradição e herança histórico-cultural, ambiente e biodiversidade, notoriedade e saber-fazer dos territórios se tornam relevantes para a concessão de um registro aos produtos de determinadas regiões (SNA, 2013).

Em nosso país, as IGs são um assunto recente, quando comparado aos países europeus. O marco inicial do desenvolvimento de IGs no Brasil se deu no início dos anos de 1990, quando a Embrapa Uva e Vinho começou a fomentar o tema das IGs como uma alternativa para o desenvolvimento do setor vitivinícola brasileiro. Apenas em 2002 ocorreu o reconhecimento, de direito, pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), da Indicação de Procedência (IP) do Vale dos Vinhedos - primeira IG brasileira registrada. Os impactos dessa inovação na vitivinicultura brasileira foram evidentes, com repercussões de ordem organizacional, socioeconômica e mercadológica para a vitivinicultura do Vale dos Vinhedos, estimulando outras regiões vitivinícolas da Serra Gaúcha a buscarem o desenvolvimento através desse mecanismo de valorização de produtos (MELLO et.al., 2014).

De acordo com Pellin (2019) as IGs têm um papel fundamental no fortalecimento ou estímulo ao desenvolvimento regional, colaborando para a preservação do patrimônio material e imaterial, além de ter relevância em áreas onde há baixos volumes de produção e escala, geralmente em função da tradição da produção. Conneely e Mahon (2015) enfatizam que a certificação de um produto com IG é uma estratégia de promovê-los como um meio de desenvolver oportunidades que conectem localidades e regiões específicas (predominantemente rural) com vistas a qualidade e produção de alimentos.

Em função da diversidade cultural, dos ecossistemas tipificados e das tradições gastronômicas e produtiva, o Brasil fornece condições de implementar inúmeras IGs (KAKUTA, 2006). Dados do INPI (2021) mostram que o Brasil avançou em novas certificações (atualmente com 85 IGs no país). Porém, com a escalada de crescimento é necessário refletir sobre o papel das IGs na proteção dos saberes e comunidades tradicionais, preservação dos seus territórios, participação de comunidades tradicionais nesses processos e de que forma o reconhecimento de produtos tem mostrado avanços significativos para esses grupos sociais. Refletir a busca de produtos aptos a uma certificação, sejam eles na condição de Indicação de Procedência e/ou Denominação de Origem, requer pensar aspectos para além das questões do desenvolvimento econômico e territorial, pois variáveis como ambiental, social e cultural não devem deixar de ser consideradas (GREGORI, 2016).

Fundamentada nas discussões e estudos relativos ao reconhecimento de produtos com IGs no Brasil, o artigo propõe-se: 1) caracterizar as IGs e os seus avanços; e 2) trazer reflexões acerca das IGs como importante ferramenta de proteção dos saberes tradicionais e de seus territórios.

2. Metodologia

A pesquisa caracterizou-se, quanto aos objetivos, como pesquisa exploratória e descritiva. Os procedimentos metodológicos basearam-se em uma pesquisa bibliográfica para o levantamento de dados objetivando realizar aprofundamentos acerca da temática com a utilização de revistas científicas, artigos publicados em periódicos internacionais e nacionais, livros, teses, dissertações e *Web sites*. Os principais descritores utilizados para a pesquisa foram: "indicação geográfica", "panorama das IGs no Brasil", "saberes tradicionais e territórios". A pesquisa documental através de documentos do INPI e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) propiciaram bases para a análise das contribuições científicas no âmbito das IGs. A abordagem da pesquisa foi qualitativa na busca de dados atributivos para interpretação dos fenômenos e significados.

3. Resultados e Discussão

3.1 Indicação Geográfica (IG): Avanços dos registros no Brasil

A Indicação Geográfica (IG) é uma certificação concedida pelo INPI e regulamentada pela Lei da Propriedade Intelectual, nº 9.279/96. "É um ato de reconhecimento público em relação à origem de um produto ou serviço e, uma vez concedida, só poderá ser utilizada pelos membros da coletividade daquela área geográfica delimitada onde produzem ou prestam o serviço" (IBGE, 2019). As IGs distinguem-se sob 2 formas: Indicação de Procedência (IP) e Denominação de Origem (DO). Considera-se IP o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de um serviço e como Denominação de Origem (DO) o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos (BRASIL, 1996, Art. 177, 178).

É antigo o costume de designar os produtos com o nome do lugar de sua fabricação ou de sua colheita, ou até mesmo de seu ponto de comercialização. Como exemplo, pode-se destacar o queijo Roquefort, conhecido com o nome de seu local de origem, Roquerfort-sur-Soulzon, do departamento de Aveyron, sul da França, desde o século XIV. A União Europeia é, tradicionalmente, uma grande produtora desses produtos com valores associados aos territórios, como queijos, embutidos, azeites, doces e, especialmente, vinhos de qualidade, sendo considerada a maior produtora do mundo (RUSCHEL, 2019).

É notório que o Brasil oferece um grande potencial em produtos com qualidade diferenciada, que podem ter identidade vinculada a sua origem geográfica, cultural, biológica, climática e étnica, porém, Tonietto (2006) alerta que para estabelecer uma política de estímulo ao desenvolvimento das IGs no Brasil deve haver um envolvimento em todas as esferas do governo, os produtores e as instituições representativas dos setores produtivos com a necessidade de se criar competências nessa temática, internalizar conceitos, identificar regiões/produtos potenciais e trabalhar para que as potenciais IGs sejam estruturadas e reconhecidas. Adiciona-se a esses partícipes as comunidades tradicionais que habitam nas áreas ou em sua circunvizinhança e que são detentores de conhecimentos de base local que viabilizam processos de cultivo, colheita e crescimento de alimentos, os quais poderão vir a se tornar uma IG.

Ressalta-se, na atualidade, um crescimento quantitativo das IGs no Brasil. Hoje são 85 IGs reconhecidas em nosso território, sendo 61 produtos certificados como IP e 24 produtos como DO (INPI, 2021). O Gráfico 1 demonstra como o Brasil alterou os números desde o seu primeiro registro de DO em 1999 para a Região dos Vinhos verdes em Portugal. Na última década, o país cresceu no reconhecimento de produtos por IG, com destaque para os anos de 2012 e 2020, tendo 21 e 10 produtos, respectivamente, reconhecidos pelo INPI (INPI, 2021).

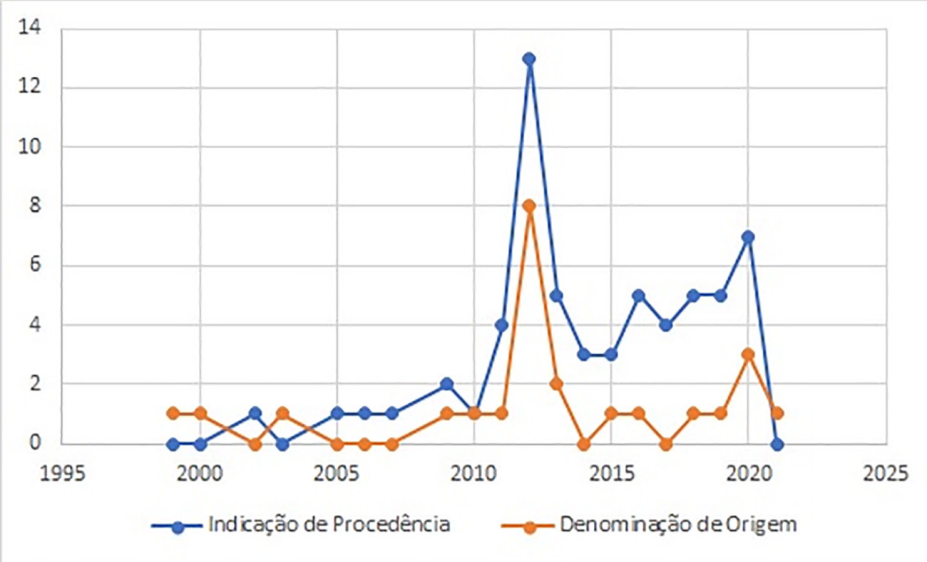


Gráfico 1: Avanços dos Registros de IGs no Brasil.
Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 2 expressa quais os principais produtos reconhecidos no contexto das IGs com especial destaque para Produtos Alimentares (café, queijo, carnes e seus subprodutos, arroz, camarão, socol (embutido de carne suína) , guaraná, biscoito, linguiça, açafrão, inhame, farinha de mandioca, amêndoas de cacau, erva-mate); Bebidas (vinhos, cognac, tequila, espumantes, aguardente, cajuína); Frutas (banana, uvas de mesa e manga, cacau, melão, goiaba, uvas finas de mesa, abacaxi) e o Artesanato (bordados, joias, renda, panela de barro) (INPI, 2021).

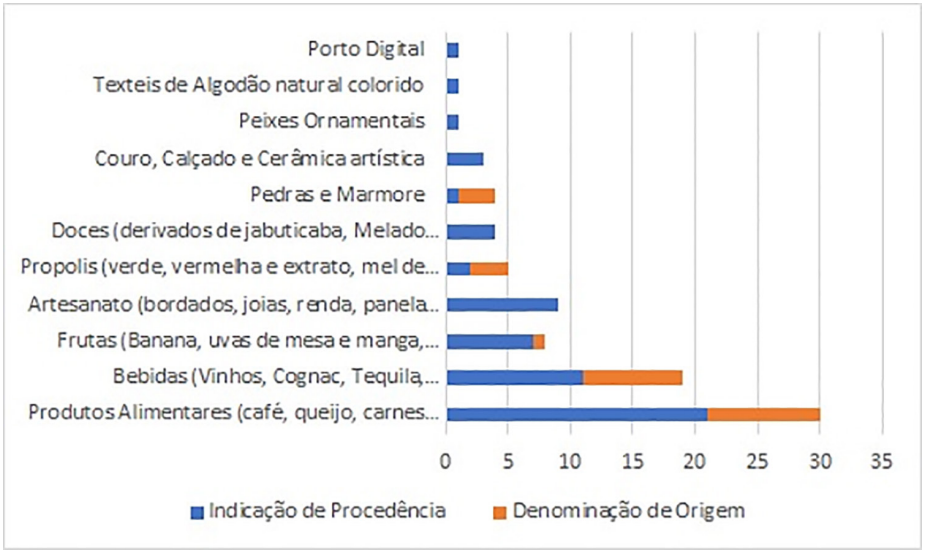


Gráfico 2: Produtos reconhecidos como IP e DO no Brasil.
Fonte: Autoria própria.

Para Pellin (2019) o crescimento relativamente acelerado nos últimos anos deve-se principalmente ao incentivo e trabalho dos principais atores envolvidos nos processos de discussão e reconhecimento de IGs no país, quais sejam: o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), INPI e Universidades públicas e privadas. Entretanto, vale refletir-se sobre o processo de proposição e mesmo de concessão das IGs como uma ferramenta de proteção de saberes tradicionais nos territórios e não como modelos apenas organizativos de empreendedores que detém o capital.

3.2 Breves reflexões acerca das IGs como importante ferramenta de proteção dos saberes tradicionais e de seus territórios

Os saberes tradicionais e o território revelam-se intrinsicamente relacionados nos processos de reconhecimento por IGs. Para Molinari e Pádula (2013) de um modo geral, as IGs ligam um saber-fazer a um território.

> Encontrar uma definição única para espaço, ou mesmo para território [...] é tarefa árdua, pois cada categoria possui diversas acepções, recebe diferentes elementos de forma que toda e qualquer definição [...] é flexível e permite mudanças. [...] os conceitos têm diferentes significados, historicamente definidos, como ocorreu com o espaço e com o território (SAQUET; SILVA, 2008, p. 30).

Na concepção de Pollice (2010, p.8) o conceito de território pode ainda ser entendido como:

> [...] aquela porção do espaço geográfico na qual uma determinada comunidade se reconhece e se relaciona no seu agir individual ou coletivo, cuja especificidade – entendida como diferenciação do entorno geográfico – descende do processo de interação entre esta comunidade e o ambiente

A Territorialidade como meio de manifestação da identidade, apego ao lugar e a personalização dos produtos de IGs são elementos importantes que devem ser considerados e preservados. Esse reconhecimento produz uma identidade territorial que é definida por Maiorki e Dallabrida (2015) como a expressão cultural do estoque de fatores endógenos que identificam esse território. Quando a identidade territorial se dá por aspectos positivos de representação, identificação benéfica ou reforça o estoque cultural e os fatores endógenos do lugar, a identidade territorial recebe contornos de notoriedade.

O modo de vida, a relação com a natureza, sentimento de pertencimento, ritos, tradição, compartilhamento de saberes entre gerações, são elementos que se ligam aos saberes tradicionais e nesse contexto, o território, local onde se permeiam essas relações, se torna relevante pois o reconhecimento por IP ou DO remetem diretamente ao espaço geográfico delimitado e considerado por aspectos importantes relativos ao contexto ambiental (clima, vegetação, solo, dentre outros).

Assim, a perspectiva ambiental, se torna relevante, sendo um elemento primordial no reconhecimento por IGs. A depender do projeto de desenvolvimento para os potenciais produtos e áreas utilizadas, eles podem ser benéficos ou maléficos para uma determinada região como mostra os resultados do estudo desenvolvido por Ramos (2015). Observou-se como principais pontos identificados, a importância da sustentabilidade ambiental para o desenvolvimento e a necessidade de um projeto de desenvolvimento para o respectivo território da IG fundamentado

na articulação entre os atores do território na promoção deste projeto de desenvolvimento sustentável. Percebe-se que a instalação e a execução de determinados equipamentos que irão subsidiar a concessão para a atividade IG trazem em seu bojo problemas ambientais históricos, legitimados por vezes por subsídios para o desenvolvimento dessas ações; o que prejudica as atividades que concederam a IG, tendo envolta dessas propostas, interesses que não coadunam com a proposta do INPI, a exemplo das áreas de preservação permanente que não respeitadas por alguns produtores rurais.

Em estudo desenvolvido por Meireles e Queiroz (2011) sobre a certificação da carcinicultura no Brasil, mostrou que esta atividade afetou diretamente o ecossistema manguezal acarretando impactos socioambientais expressivos às comunidades tradicionais e indígenas, quais sejam: privatização de água e de terras públicas de uso comum, expulsão de populações extrativistas, desmatamento de mangues, poluição de águas, diminuição dos estoques de pescado e salinização de aquíferos, impossibilitando a sustentabilidade desta atividade. Para os autores (op.cit.), os efeitos cumulativos da atividade concorreram para a degradação da biodiversidade afetando a qualidade ambiental das bacias hidrográficas; além disso, comprometeu a soberania alimentar das comunidades tradicionais e indígenas, assim como, a soberania exercida nos territórios de domínio ancestral, notadamente relacionada com a conservação dos ambientes costeiros.

Neste contexto, é importante considerar as reflexões de Redclift (2002); Meireles e Queiroz (2011) acerca dos discursos e suas direções no contexto da sustentabilidade e suas relações, principalmente no que diz respeito ao campo da política ambiental. Os autores afirmam que há tempos, o conceito de sustentabilidade tem existido entre aspas e que o poder deste conceito está mais nos discursos que o cercam do que no próprio valor que este possa ter, por isso, estes discursos devem ser analisados com mais detalhes. A sustentabilidade trazida pela Comissão Brundtland, em 1987, delineada com visão inicial sobre as necessidades humanas, passou a se delinear, pelos novos discursos, ao campo dos "direitos" e por consequência a outras preocupações mais "ortodoxas" das ciências sociais: as questões do poder, da distribuição e da equidade. Os autores argumentam que "as ligações entre o meio ambiente, a justiça social e a governabilidade têm se tornado crescentemente vagas em alguns discursos de sustentabilidade, e que as relações estruturais entre o poder, a consciência e o meio ambiente têm sido, gradualmente, obscurecidas".

É bem verdade, que é na dimensão econômica pelo valor agregado das IGs, de onde mais se almeja as maiores contribuições para o desenvolvimento regional. O discurso, relacionado à essas concessões, é bastante utilizado como fundamental para esse "desenvolvimento". Aos produtores, as IGs podem agregar valor ao produto e/ou serviço, aumentar vendas através da conquista de novos mercados ou mesmo expansão de mercados já existentes. À região, as IGs, podem proporcionar maior visibilidade e impulsionar atividades complementares como o turismo, que pode fortalecer a economia através da geração de emprego e renda local (PELLIN, 2019). Pensando nas comunidades tradicionais, elas poderiam proporcionar visibilidade às organizações, manutenção dos aspectos culturais para conservação das atividades por eles desenvolvidas e valorização destes territórios.

Porém, o percurso desse destaque e protagonismo das comunidades tradicionais nestes processos de IGs, devem ser melhor avaliados como sugere Sgarbi e Menasche (2015) sobre a valorização de produtos alimentares tradicionais por IGs como um caminho possível, num cenário em que se confrontam a preservação de práticas e saberes a eles associados e seus instrumentos legais de proteção. Para os autores (*op. cit*.) o reconhecimento de produtos por IGs, mesmo que, frequentemente apontada como um processo viável, ainda tem muito a avançar no entendimento das possibilidades de aplicação, alertando sobre a necessidade de melhor avaliação dos produtos

e suas metodologias de implementação, pois estas dependem das visões de quem a realiza e dos interesses envolvidos, sendo os impactos, muitas vezes, centrados apenas no produto e na cadeia produtiva, deixando de lado a contextualização das IG nos territórios e a identificação das dinâmicas existentes.

Na relação existente entre as IGs e a abertura de novos mercados, Sgarbi e Menasche (2015) discutem essa perspectiva em duas questões centrais: A primeira, o acesso a novos mercados só será possível caso os sistemas de produção estejam de acordo com a legislação que rege a produção, circulação e comercialização de produtos alimentares no Brasil, com necessidade de ampla conversão dos sistemas tradicionais (práticas, utensílios, instalações) a sistemas modernizados, resultando no desaparecimento das práticas tradicionais, tornando-se em um contrassenso, pois as IG se propõem a proteger tais sistemas tradicionais. A segunda, para alcançar novos mercados, uma produção suficiente seria necessária, porém, os sistemas tradicionais de produção de alimentos são, em grande parte, resultantes de trabalho familiar, baseados em pequena escala de produção com volume produzido, associado à força de trabalho disponível na unidade familiar e a seu modo de vida.

Pesquisas desenvolvidas por Menozzi (2014); Conneely e Mahon (2015) e Belletti *et al.* (2015) relatam que a proteção dos produtos com uma certificação tem efeitos positivos diretos e incluem: sua contribuição para o desenvolvimento e fortalecimento regional da economia de uma área, a promoção da sustentabilidade ambiental dos métodos agrícolas e capacidade de atender expectativas dos consumidores por produtos de qualidade, garantindo a ligação entre o território e sua produção. Para evidenciar as IGs como possíveis instrumentos comunitários é fundamental a participação direta das comunidades tradicionais por meio das suas práticas de convivência ancestral com os serviços ecológicos (QUEIROZ et al., 2017). Meireles e Queiroz (2011), ao analisarem a certificação de fazendas de carcinicultura, constataram a exclusão dos sistemas ambientais e conflitos com as atividades tradicionais de pesca e mariscagem nos estuários (foram relacionadas com desmatamento do ecossistema manguezal, impermeabilização do solo, salinização dos aquíferos e conflitos nos territórios onde tais IGs foram atribuídas.

Nesse contexto, "muitas variáveis precisam ser consideradas no reconhecimento das IGs como: característica do produto e cadeia produtiva, mercado, nível de estruturação dos produtores (capital social), canais de distribuição, dentre tantas outras" (PELLIN, 2019, p. 68). Entretanto, o reconhecimento deverá avançar de modo a incluir a autonomia das populações tradicionais, definir os conflitos gerados pela mercantilização desses territórios tradicionais e caracterizar os impactos ambientais normalmente subestimados pelos processos metodológicos analisados e relacionados à certificação para exclusivamente atender o mercado consumidor. Assim, faz-se necessário estudos mais aprofundados com adoção de metodologias capazes de mensurar de forma adequada a contribuição direta das IGs, em especial, aos produtores e às populações e com a proteção dos saberes tradicionais atrelados as suas especificidades territoriais.

4. Considerações Finais

O reconhecimento de um produto por IG pode ser um novo instrumento capaz de valorizar produtos e serviços reconhecendo características específicas relacionadas ao seu território, além de impulsionar o desenvolvimento territorial, no seu aspecto social, econômico e cultural, pois propicia um diferencial aos produtos e serviços, dando notoriedade à região, desde que agregue e congregue os saberes de comunidades tradicionais.

É notório que o Brasil oferece um potencial em produtos com qualidade diferenciada, que podem ter identidade vinculada a sua origem geográfica, cultural, biológica, climática e étnica.

Porém, pensar no reconhecimento de produtos com identidade, preservação dos saberes tradicionais e do território dessas populações não é uma tarefa fácil, pois há complexidade nas relações estabelecidas entre os produtores, empresas públicas e privadas, comunidades pertencentes ao território e comunidades do entorno, devendo estas serem as maiores beneficiadas e não excluídas do processo social, cultural e econômico propiciados por tal reconhecimento.

6. Referências

BELLETI, G. et al. Linking protection of geographical indications to the environment: Evidence from the European Union olive-oil sector. **Land Use Policy**, Volume 48, 2015, p. 51-62. Journal home page: www.elsevier.com/locate/landusepol. Disponível em: https://www.journals.elsevier.com/land-use-policy. Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 maio 1996. Seção 1, p. 8353.

"CERTIFICANDO LA DESTRUCCIÓN": análisis integral de la certificación orgánica a la acuacultura industrial de camarón en ecuador. Corporación Coordinadora Nacional Para la Defensa del ecosistema manglar (C-CONDEM), **Sociedad Sueca para la protección de la naturaleza**, Equador, 2007, 176p.

CONNEELY, R.; MAHON, M. Protected geographical indications: Institutional roles in food systems governance and rural development. **Geoforum**, Volume 60, 2015, p.14-21. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718515000056. Acesso em: 24 set. 2019.

FERNANDES, L.R.M.V.; FRAGA, S.A.P.M.; COSTA, V.B. Os saberes tradicionais e locais e as indicações Geográficas: o caso das plantas medicinais do Brasil. In: SANTOS, M.G.; QUINTERO, M., comps. Saberes tradicionais e locais: reflexões etnobiológicas [online]. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2018, pp. 126-147. Disponível em: http://books.scielo.org/id/zfzg5/pdf/santos-9788575114858-08.pdf. Acesso em 12 de março de 2021

GREGORI, I. C. S. Indicações geográficas: um mecanismo jurídico apto a impulsionar o desenvolvimento enquanto revelador das diversas facetas da sustentabilidade. **Revista Jurídica**. vol. 01, n°. 46, Curitiba, 2016. pp. 76-89.

IBGE**. Mapa de indicação geográfica**. 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/sociedade-e-economia/22920-indicacoes-geograficas.html?=&t=downloads. Acesso em 22 set. 2019.

INPI. **Indicação geográfica no Brasil**. 2021. Disponível em: http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/indicacao-geografica/indicacao-geografica-no-brasil. Acesso em: 12 março 2021.

KAKUTA, S.M. **Indicações geográficas**: guia de respostas. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2006. 38p.

MAIORKI, G. J., DALLABRIDA, V. R. **A indicação geográfica de produtos**: um estudo sobre sua contribuição econômica no desenvolvimento territorial. INTERAÇÕES, Campo Grande, v. 16, n. 1, p. 13-25, jan./jun. 2015.

MEIRELES, A. J. A.; QUEIROZ, L. S. **Certificação da carcinicultura no Brasil: o manto verde da destruição** - Fortaleza: Instituto Terramar, 2011. 96 p.

MELLO, L. M. R. *et al*. **Metodologia de avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais para Indicações Geográficas**: o caso do Vale dos Vinhedos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e

Vinho, 2014. 72 p.

MENOZZI, D. Extra-virgin olive oil production sustainability in northern Italy: a preliminary study. **British Food Journal** Vol. 116 No. 12, 2014. p. 1942-1959.

MOLINARI, G. T.; PÁDULA, A. D. A Construção Social da Qualidade na Microrregião do Vale dos Vinhedos. **RESR**, Piracicaba-SP, Vol. 51, Nº 1, p. 183-202, jan/mar, 2013.

PELLIN, V. Indicações Geográficas e desenvolvimento regional no Brasil: a atuação dos principais atores e suas metodologias de trabalho. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 20, n. 1, p. 63-78, jan./mar. 2019.

POLICE, F. O papel da identidade territorial nos processos de desenvolvimento local. Tradução: OLIVEIRA, A. G.; CRIONIC, R.; OLIVEIRA, B. A. C. C. **Espaço e Cultura**. UERJ, RJ, n. 27, p. 7-23, jan./jun. 2010.

QUEIROZ, L.S.; ROSSI, S.; CALVET-MIR, L.; RUIZ-MALLEN, I.; GARCIA-BETORZ, S.; SALVA-PRAT, J.; MEIRELES, ANTONIO JEOVAH DE ANDRADE. Neglected ecosystem services: Highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes. Ecosystem Services, v. 26, p. 137-145, 2017. Disponível em https://daneshyari.com/article/preview/6463426.pdf. Acesso em dez. 2020.

RAMOS, C. M. **Desenvolvimento territorial sustentável e indicações geográficas: a sustentabilidade ambiental do território dos Vales da Uva Goethe** - SC. 2015. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade.

REDCLIFT, M. R. Pós-sustentabilidade e os novos discursos de sustentabilidade. **Raízes**, Campina Grande, vol. 21, nº 01, p. 124-136, jan./jun. 2002.

RUSCHEL, R. R. Cerificação de produtos e territórios. In: _____ **O valor global do produto local**: a identidade territorial como estratégia de marketing. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019, Cap-3, p. 71-103.

SAQUET, M. A.; SILVA, S. S. da. Milton Santos: concepções de geografia, espaço e território. **Geo** UERJ - Ano 10, v.2, n.18, 2º semestre de 2008. P. 24-42.

SGARBI; S. J.; MENASCHE, R. (2015). Valorização de produtos alimentares tradicionais: os usos das indicações geográficas no contexto brasileiros. ***Cuadernos de Desarrollo Rural***, 12(75), 11-30.

SNA. **A lavoura**. Especial Indicação Geográfica. Ano 116, nº 694, 2013. Disponível em: https://issuu.com/sociedadenacionaldeagricultura/docs/a_lavoura_694. Acesso em 13 dez 2020.

TONIETTO, J. Experiência de Desenvolvimento de Indicações Geográficas: Vinhos da Indicação de Procedência Vale dos Vinhedos. In. **Valorização de Produtos com Diferencial de qualidade e identidade**: Indicações geográficas e certificações para competitividade nos negócios. Lagares, L; Lages, V e Braga, C. (Org.). Brasília: SEBRAE, 2006.

RELAÇÃO ENTRE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA E A PANDEMIA POR COVID-19: UMA ANÁLISE NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

FRANCISCO BRUNO MONTE GOMES
MARCUS VINICIUS FREIRE ANDRADE

Resumo
A pandemia por COVID-19 vem assustando e colocando todos os cidadãos em alerta a cada dia que passa. Uma das principais medidas para controlar a multiplicação do vírus, além do isolamento social, está na constante lavagem das mãos, porém, a água não é um recurso que todos tenham total acesso. O objetivo geral do presente estudo está em analisar a importância do sistema de abastecimento de água em territórios urbanos e rurais, relacionando sua acessibilidade como mecanismo de prevenção da COVID-19. A escala de análise foi o Estado do Ceará e possuiu como metodologia a aplicação de um estudo epidemiológico do tipo ecológico, com abordagem exploratória, quali-quantitativa e transversal. Como aparatos técnicos, realizou-se uma análise bibliográfica com levantamentos de dados em plataformas oficiais. Foi possível concluir que o Estado do Ceará possui, aproximadamente, 59% de sua população com acesso regular de água. As ações realizadas foram: isolamento social, ampliação de leitos hospitalares, equipamentos, testagem, redução nas tarifas de água para famílias de baixa renda, distribuição regular das águas, manutenção nas redes de abastecimento, monitoramento na qualidade de água através dos parâmetros básicos, instalação de equipamentos para limpeza em espaços públicos para facilitar o processo de higienização das pessoas.

Palavras-Chave: Água potável; COVID-19; Políticas Públicas; Saúde Coletiva.

Abstract
The COVID-19 pandemic has been frightening and putting all citizens on alert with each passing day. One of the main measures to control the multiplication of the virus, in addition to social isolation, is the constant washing of hands, however, water is not a resource that everyone has full access to. The general objective of this study is to analyze the importance of the water supply system in urban and rural territories, relating its accessibility as a prevention mechanism for COVID-19. The scale of analysis was the State of Ceará and used as methodology the application of an epidemiological study of the ecological type, with an exploratory, qualitative and quantitative approach. As technical devices, a bibliographic analysis was carried out with data surveys on official platforms. It was possible to conclude that the State of Ceará has approximately 59% of its population with regular access to water. The actions carried out were: social isolation, expansion of hospital beds, equipment, testing, reduction of water tariffs for low-income families, regular distribution of water, maintenance of supply networks, monitoring of water quality through basic parameters, installation equipment for cleaning in public spaces to facilitate the process of cleaning people.

Keywords: Potable water; COVID-19; Public policy; Collective Health.

1. Introdução

De acordo com Soares *et al.* (2020), os últimos meses estão sendo marcados pelo surgimento inesperado de um novo vírus que está sendo capaz de modificar toda a estrutura social do mundo. Trata-se do novo coronavírus humano intitulado por cientistas de SARS-CoV-2, do qual, causará a doença COVID-19, significando COrona VIrus Disease (Doença do Coronavírus), enquanto "19" se refere ao ano dos primeiros casos, que foi 2019. Com a ampla disseminação do vírus, a doença tornou-se um problema de saúde global, devido à possibilidade de causar graves infecções do trato respiratório humano, que podem ser fatais, configurando-se com o alto poder de transmissibilidade.

O coronavírus foi isolado pela primeira vez em 1937, no entanto foi em 1965 que o vírus foi descrito em decorrência do perfil na microscopia, parecendo uma coroa, conforme proposto por Tyrrell como um novo gênero de vírus (BRASIL, 2020a).

Em 31 de dezembro de 2019, o escritório da Organização Mundial de Saúde (OMS) na China recebeu a notificação de casos de uma pneumonia de causa desconhecida na cidade de Wuhan, província de Hubei. O microrganismo foi imediatamente isolado, sendo no dia 7 de janeiro, identificado como sendo o vírus em questão, constituindo-se de uma nova cepa a ser futuramente estudada e detalhada pela comunidade científica mundial.

Os coronavírus (CoV) são organismos constituintes de uma grande família viral, causadores de uma ampla variedade de doenças, desde um resfriado comum a doenças mais graves como, por exemplo, a Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS) e a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS).

Em 25 de fevereiro de 2020 foi noticiado no Brasil o primeiro paciente com sintomas característicos, posteriormente confirmado. Em 15 de março de 2020 saiu notificação dos três primeiros casos da doença no Estado do Ceará, dos quais, haviam recentemente chegados de viagens internacionais. Contudo, somente muitos dias depois foi que o aeroporto local iniciou o processo de barramento e recebimento de voos internacionais, tendo isso uma das principais causas para o agravando e elevação dos casos.

A situação de pandemia está exigindo constante urgência e rigidez nas medidas para conter a multiplicação das transmissões, tendo em vista, que a sociedade atual é globalizada e todas as ações relacionadas às esferas de trabalho, comunicação, transportes, dentre muitos outros pontos estão diretamente conectados. A principal estratégia adotada e recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) consiste no isolamento social, ou seja, permanecer sem gerar aglomerações de pessoas, restringindo todas as atividades que necessitem de contato humano.

Fortalecido novamente por Soares *et al*. (2020) a transmissão de pessoa para pessoa da COVID-19 tem sido descrita tanto em ambientes hospitalares quanto familiares. A propagação também está pontuada através de superfícies secas contaminadas, incluindo a autoinoculação de membranas mucosas do nariz, olhos ou boca, enfatizando a importância da compreensão acerca da persistência do vírus em superfícies inanimadas.

Estudos apontam que as permanências em diversos tipos de superfícies podem durar horas e até mesmo dias de fixação. Portanto, sendo absolutamente importante a completa higienização dos materiais, principalmente daqueles utilizados com maior frequência durante o cotidiano (celulares, chaves, maçanetas).

A recomendação é que qualquer pessoa, sem restrição de faixa etária, apresentando os sintomas de COVID-19 deve permanecer em casa por 14 dias de forma totalmente isolada, sem receber visitas, a partir de quando os sintomas apareceram pela primeira vez, assim como todos

os assintomáticos na residência em que reside (BRASIL, 2020). Em se tratando de atendimento em algum ambiente de saúde é importante ter uma sala adaptada para o atendimento: possuir janelas, desligar o aparelho de ar-condicionado, além disso, reduzir o número de pessoas no mesmo ambiente ou espaço.

As medidas de proteção são as mesmas adotadas para prevenir doenças respiratórias, apresentando febre, tosse e dificuldade para respirar, o recomendado é procurar imediatamente o atendimento médico. Ao tossir ou espirrar, a orientação é cobrir a boca e o nariz com o cotovelo flexionado ou com um lenço, posteriormente jogar fora e com responsabilidade sanitária.

Um dos pontos mais relevantes diante das medidas de prevenção está concentrada em lavar periodicamente as mãos com água ao longo de todo o dia, contudo, o acesso a esse recurso não é igualitário a todas as pessoas. Diante disso, o objetivo do presente estudo está centralizado em analisar a importância do abastecimento de água em territórios urbanos e rurais como ferramenta fundamental de combate do novo coronavírus, neste momento de pandemia, no Estado do Ceará.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O Estado do Ceará fica localizado na região Nordeste do Brasil, segundo o IBGE possui 9.075.649 habitantes, com uma área total de 148.886,308 km^2, fazendo divisa com os estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba e Piauí. É banhado pelo oceano Atlântico e tem 573 quilômetros de litoral. Assim, é o quarto em tamanho do Nordeste e é o 17º entre os estados brasileiros. Possui 184 municípios com distribuição em três Regiões Metropolitanas (CEARÁ, 2020). Na figura 1 é possível observar como o mesmo está inserido territorialmente no Brasil.

Ainda conforme dados oficiais do Governo, o Estado detém posição estratégica para viagens internacionais aos mais diferentes destinos distribuídos em quase todos os continentes, rapidez nas exportações marítimas para locais como África, Europa e Estados Unidos.

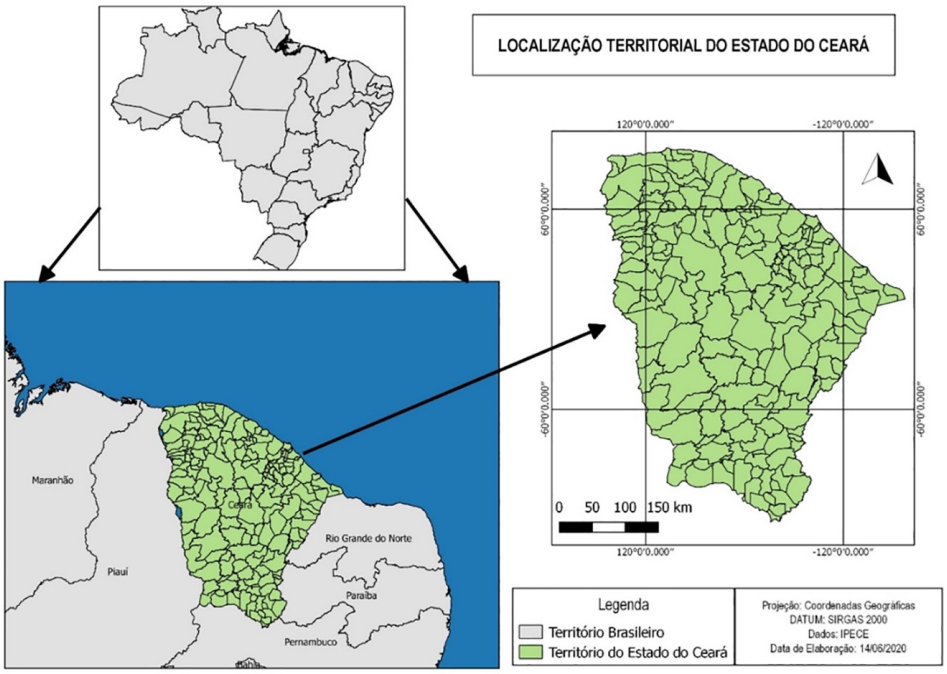


Figura 1: Localização territorial do Estado do Ceará.

Fonte: Autores, 2020.

Possui domínio na caatinga, com períodos chuvosos restritos a cerca de quatro meses do ano e elevada biodiversidade adaptada. O único a estar completamente inserido na sub-região do sertão, com sazonalidade característica desse bioma, refletindo numa fauna e flora integradas nas perspectivas do semiárido, com grande número de espécies endêmicas. O espaço cearense possui doze bacias hidrográficas e uma das políticas de gestão dos recursos hídricos melhor elogiadas do Brasil.

No campo econômico o Estado do Ceará possui um crescimento acima da média do país. Em 2017, a soma de todas as riquezas produzidas (PIB), avançou 1,87%. Salienta-se que o grandioso volume de investimentos realizados por empresários dos mais diversos setores, representou 13,9% da receita corrente líquida. O sistema educacional há estatísticas bastante positivas, para o mesmo ano anteriormente citado: funcionamento de 77 entre as 100 escolas públicas melhor pociosionadas no ranking Brasil, conforme apontado Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

Em relação as questões sociais alguns pontos precisam ser melhorados no tocante a aplicação de políticas públicas eficientes, tomando como exemplo os elevados índices de violência urbana, dos quais, concentram os piores se comparado as demais capitais nordestinas e do restante do país.

2.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa tem uma metodologia do tipo estudo epidemiológico ecológico com abordagem exploratória, quali-quantitativa e transversal. Buscando desenvolver uma sólida discussão sobre a importância do abastecimento de água em tempos de pandemia provocadas pela disseminação do novo coronavírus (SARS-COV-2). Optou-se por realizar, primeiramente, uma revisão bibliográfica da temática, tendo como pontos iniciais de orientação em pesquisa os seguintes termos: "*coronavírus*", "*abastecimento de água*", "*isolamento social*", "*acesso à água potável*", "*direito humano à água*" e "*políticas públicas*".

As principais fontes das informações foram retiradas das bases de dados do Google Acadêmico perfazendo o período para periódicos publicados entre os anos de 2019-2020-2021, no portal da CAPES, em revistas conceituadas nas áreas de saúde pública e ciências ambientais.

As variáveis quantitativas e qualitativas relacionadas ao abastecimento de água, acesso à água de consumo humano, casos confirmados de COVID-19 no Estado do Ceará e ações para controle e minimização das notificações foram buscadas respectivamente nas seguintes fontes: Instituto Trata Brasil, Sistema Nacional de Informações em Saneamento, Ministério da Saúde (MS), Companhia Cearense de Água e Esgoto (CAGECE), Governo do Estado do Ceará, Secretaria Estadual de Saúde do Ceará (SESA) e Plataforma INTEGRASUS.

O desenvolvimento da avaliação centralizou-se entre os meses de março/2020 a fevereiro/2021, pontualmente até o dia 22/02 (para casos confirmados, atividades de combate, incluindo acesso de água).

3. Resultados e Discussão

3.1 Panorama epidemiológico do novo coronavírus (SARS-COV-2) no Estado do Ceará.

As projeções e confirmações para o avanço da COVID-19 no Brasil determinaram que a pandemia atingiu alto número de infectados em um curto período temporal e no caso do Estado do Ceará as perspectivas também seguiram o mesmo fluxo. Para que se possa ter uma ideia dessa

relação a nível nacional, o Ministério da Saúde (MS) em boletim informado em 22 de fevereiro/2021 o país já registrava 247.143 óbitos e 10.195.160 de infectados. O Estado de São Paulo tornou-se e permaneceu durante muito tempo detentor dos primeiros registros.

Para o Estado do Ceará, tal realidade sobre o quantitativo dos casos vem sendo confirmados pela Secretaria Estadual de Saúde do Ceará, com a presença do vírus em todos os municípios, com a capital Fortaleza tendo o maior quantitativo de casos e óbitos registrados (413.050 casos e 11.040 óbitos, pontuados de março/2020 até dia 22/fevereiro/2021).

De acordo com Silva e Muniz (2020) muitos foram os questionamentos sobre os devidos porquês de ter o Estado do Ceará com quantitativos tão elevados logo nos primeiros meses de pandemia. Isto deve-se a intensificação dos casos acompanhados através da rapidez de testagens, aquisição de kits para diagnóstico em prazo de até quatro horas, o que tem favorecido a notificação diária pela SESA (Secretaria da Saúde do Estado do Ceará), além disso, é um polo atrativo para o turismo, recebendo milhares de pessoas visitantes.

Em relação a distribuição dos casos mediante distribuição por sexo e faixa etária até dia 22/02/21, estabeleceu-se que há uma marca maior de vitimados para o sexo feminino, com picos na faixa determinada entre 30-34 anos. Os idosos também estão somando muitas notificações, fato que muito vem a preocupar devido a existência de doenças pré-existentes.

Quando o comportamento dos casos está ligado e direcionado em conformidades com a raça/cor têm-se uma predominância de atingidos em pardos com totalidade de 203.346; 60.597 em brancos; 44.655 em amarelos; 7.085 em pretos e 1.410 de indígenas. Tal situação representa o que está registrado na plataforma INTEGRASUS da SESA até o dia 22/02/2021.

Em abril/2020 o Estado possuía 110 leitos de isolamento simples em unidades hospitalares, sendo 93 pelo SUS, dispostos em 53 estabelecimentos de saúde. Também possuía 1.475 ventiladores mecânicos, entre os quais, 1.337 em uso, disponíveis em 145 estabelecimentos (SESA, 2020), tudo isso vem sendo ampliado pelos governos.

3.2 Abastecimento de água como ferramenta de prevenção da COVID-19.

É oportuno questionar: o que é necessário fazer para haver proteção? O Ministério da Saúde (MS), em seguimento com indicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), estabelece uma primordial medida para reduzir o contágio: lavagem das mãos.

Contudo, lavar as mãos não é possibilidade para 35 milhões de brasileiros que não tem acesso à água, de acordo com o Instituto Trata Brasil e SNIS (2018). O país enfrenta, ao longo de sua história, grandes e velhos desafios: buscar garantir o abastecimento de água para um grandioso contingente populacional concentrado, na maioria das vezes, nos centros urbanos, levando em consideração também a disponibilização em cidades dispersas em todo o território nacional, atender municípios de pequeno porte por meio de suas prefeituras, geralmente com capacidade institucional limitada, proporcionar a distribuição de água com qualidade determinada pelos órgãos de saúde, dentre outros pontos.

Outros dados, também apontados por órgãos do setor, mostram que as realidades de água potável, conforme as regiões brasileiras em relação às populações também é divergente: 91% possuem acesso na região sudeste, 90,2% na região sul, 89% na região Centro-oeste, 74,2% na região nordeste e 57,1% da região norte do país.

Em 2018, de acordo com dados do DATASUS do Ministério da Saúde (MS), foram registradas 233 mil internações no país por doenças de veiculação hídrica, como diarreia, verminoses, hepatites, esquistossomose, leptospirose, dengue, dentre outras. Assim sendo, esse cenário amplia a vulnerabilidade social diante de novas doenças.

O Estado do Ceará, tem como fontes principais do abastecimento de água os reservatórios construídos para atender os períodos de estiagem, dos quais, perfazem grande parte dos meses ao longo do ano, entra nessa conjuntura as águas subterrâneas por intermédio dos poços tubulares. Observa-se as realidades de populações que dependem exclusivamente das cisternas de placas e da distribuição por carros-pipa. É necessário reforçar os critérios de qualidade para consumo humano. No Estado essa responsabilidade está em primeira mão direcionada à Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) através de suas estações de tratamento (ETA), dependendo do sistema organizacional dos municípios pode haver a presença das autarquias de abastecimento.

A distribuição de água potável para uma população de 9.075.649 (IBGE, 2018), no Ceará, detém o seguinte cenário: 41% da população não possui acesso à água (3.617.492 pessoas) e 34,7% estão na categoria de recebimento irregular de água (3.151.065 pessoas). Tomando como base os cinco municípios mais populosos do Estado, há uma realidade de acesso à água potável diferenciada, conforme detalhado na tabela 1.

Tabela 1: Percentual da população dos cinco maiores municípios do Estado em relação ao acesso à água.

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO TOTAL	POPULAÇÃO SEM ACESSO À ÁGUA	PARCELA DA POPULAÇÃO SEM ACESSO À ÁGUA
Fortaleza	2.643.247	599.781	22,7%
Caucaia	363.982	146.684	40,3%
Juazeiro do Norte	271.926	62.007	22,8%
Maracanaú	226.128	87.401	38,7%
Sobral	206.644	0	0%

Fonte: IBGE, SNIS, TRATA BRASIL, 2018.

Fazendo uma relação da importância da água com a pandemia por COVID-19 observa-se que não há relatos de que o novo coronavírus, tenha sido detectado nas águas de abastecimento público, fato fortalecido através da inclusão da etapa de desinfecção no momento de realização do tratamento. Em todo o Brasil e Ceará os métodos convencionais de tratamento para tornar a chamada água bruta em potável para o consumo já dispõem dos processos de filtração e desinfecção, removendo e inativando não somente o vírus em questão, mas também um outro número de microrganismos.

A Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde (MS) nº. 05/2017 (Anexo XX) estabelece que, após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de no mínimo 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 com contato mínimo de 30 minutos.

Salienta-se que o instrumento normativo citado anteriormente, trata dos padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano, seja proveniente de sistema coletivo ou de solução alternativa de abastecimento. Assim, toda a água destinada ao consumo humano (exceto a água envasada e a água utilizada como matéria-prima para elaboração de produtos) distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. Compete ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano exercer o controle da qualidade da água e encaminhar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios relatórios das análises dos parâmetros mensais, trimestrais e

semestrais com informações sobre o controle da qualidade da água.

O Estado do Ceará e sua companhia de abastecimento tem buscado colocar em prática uma série de ações no tocante ao sistema de distribuição da água neste período de pandemia, sendo elas: beneficiar 377 mil famílias com a contemplação da isenção de faturas com a possibilidade zerar contas que estariam sendo pagas pelo Governo durante o período de emergência, elaboração de um Plano de Continuidade Operacional, apresentando alternativas para evitar a descontinuidade das atividades, com medidas preventivas para reduzir as possibilidades de contágio. Reforço das operações de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com equipes operacionais atuando 24h para atender os serviços de manutenção solicitados pelos canais de atendimento (CAGECE, 2020).

Além dessas práticas, a companhia também aumentou a oferta de água para o sistema integrado de Fortaleza, onde está localizada maior parcela da população cearense e, também, onde concentra o maior número de casos pelo novo Coronavírus, organizando setores internos em regime de trabalho remoto, tendo apenas profissionais de manutenção/operação dos sistemas de água e esgoto direcionados as ruas. Os canais virtuais e a central de atendimento por telefone vêm mostrando que não é preciso sair de casa para solicitar os serviços de água e esgoto.

A praça do Ferreira, situada na capital Fortaleza, passou a disponibilizar pias públicas para que a população possa lavar as mãos e se proteger. Os equipamentos possuem água e sabão, possibilitam também a higienização para pessoas em situação de rua, que se abrigam na praça e adjacências.

Nas cidades do interior, houve o aumento no número de horas de trabalho para o devido funcionamento de sistemas de distribuição, que antes do período de pandemia tinha horários reduzidos. Além de possibilitar também ampliação das equipes de campo para serviços de operação e manutenção.

5. Agradecimentos

Agradecimento a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo ao desenvolvimento de estudos relacionados com o tema água potável e políticas públicas.

6. Considerações Finais

É possível concluir que o novo coronavírus desde o registro do primeiro caso confirmado no Brasil, tem causado danos avassaladores na saúde pública em todos os Estados da federação e, principalmente, no Estado do Ceará. Muitas ações estão sendo colocadas em práticas para tentar minimizar e barrar a multiplicação do vírus no território cearense.

Um dos principais mecanismos para combater a contaminação pelo novo coronavírus está na lavagem das mãos com água e sabão com muita frequência ao longo do dia. Contudo, ainda há uma parcela considerável de pessoas sem acesso à água.

O Estado do Ceará possui uma população estimada de 41% sem acesso à água, fato este, que impossibilitará ter esse mecanismo de proteção assegurado. O que foi possível observar ao longo da construção deste estudo foi que o Governo junto a sua companhia de tratamento e abastecimento de água potável (CAGECE) vem desenvolvendo uma série de ações para potencializar e, porventura, reduzir os danos dessa lacuna que as estatísticas trazem. São elas: reduzir taxas de pagamento das contas de água, inclusive até zerando para muitas famílias de baixa renda, fortalecendo processos de manutenção de redes de água para garantir o recurso nas residências principalmente, em bairros mais afetados pela presença do vírus, abertura de canais

de comunicação entre a companhia e os cidadãos e instalação de pias comunitárias.

7. Referências

BRASIL. **Boletim epidemiológico:** infecção humana pelo novo coronavírus (2019-nCoV). Brasília, DF: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2020a. Disponível em: https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/fevereiro/07/BE-COE-Coronavirus-n020702.pdf. Acesso em: 25 abril de 2020.

BRASIL. **Portaria nº 356, de 11 de março de 2020**. Dispõe sobre a regulamentação e operacionalização do disposto na Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020, que estabelece as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus (COVID-19). Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020b. Disponível em: http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-356-de-11-demarco-de-2020-247538346. Acesso em: 27 abril de 2020.

BRASIL. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Padrões de potabilidade da água de consumo humano.** Anexo XX (2017). Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em: 10 março de 2020.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **Revista Cagece-Coronavírus.** Ano V, 2020.

CEARÁ. **O estado do Ceará.** Disponível em: https://cearatransparente.ce.gov.br/portal-da-transparencia/paginas/o-estado-do-ceara. Acesso em: 6 junho de 2020.

FIOCRUZ. **A gestão de riscos e governança na pandemia por COVID-19 no Brasil. Análise dos decretos estaduais no primeiro mês.** Relatório Técnico. 2020.

SAÚDE. Ministério da Saúde. **Diagnóstico do abastecimento de água para consumo humano no Brasil em 2019.** Vol 51., nº13, 2020.

SESA. **Secretaria de Saúde do Estado do Ceará.** Disponível em: https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2020/02/informe_diario_coronavirus_01_04_20.pdf. Acesso em: 20 abril de 2020.

SOARES, AFS; NUNES, BCR; SANTOS, CV; COSTA, FCR.; SANTOS, HR; SILVA, LFM; SOUZA, RMGR. **Recomendações para prevenção do contágio da COVID-19 (novo coronavírus - (SARS-CoV-2) pela água e por esgoto doméstico**. [Brasil]: Sala Técnica de Saneamento, 2020. Disponível em: http://tratabrasil.org.br/covid-19/assets/pdf/cartilha_covid-19.pdf. Acesso em: 24 abril de 2020.

SILVA, JB; MUNIZ, AMV. Pandemia do Coronavírus no Brasil: Impactos no Território Cearense. **Revista brasileira de geografia econômica. Ano** IX, número 17, 2020.

TRATA BRASIL. **Painel Saneamento Brasil**. Disponível em: https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/index?id=23. Acesso em: 10 jun.2020.

UM OLHAR CRÍTICO SOBRE O PLANEJAMENTO AMBIENTAL COSTEIRO BRASILEIRO A PARTIR DO PROJETO ORLA

MARYANE ANDRADE RIBEIRO
FÁBIO PERDIGÃO VASCONCELOS
CRISTIANO DA SILVA ROCHA
MARIA BONFIM CASEMIRO

Resumo
Compreendendo que as áreas costeiras são ambientes frágeis, extremamente dinâmicos, desenvolvimento de inúmeras atividades econômicas e acentuada concentração populacional, identificar as ferramentas de gestão ambiental que norteiam o planejamento integrado de tais áreas no território brasileiro torna-se fundamental. Este trabalho tem por objetivo analisar o planejamento ambiental costeiro brasileiro a partir de um olhar crítico sobre o Projeto Orla. Com relação aos aspectos metodológicos, trata-se de uma pesquisa de cunho bibliográfico e documental, principalmente na exploração da legislação costeira enquanto proposta de minimização dos problemas ambientais. Os resultados revelaram que essas leis são instrumentos importantes de orientação para as ações e são suportes ao poder público no gerenciamento de tais áreas. É necessário promover políticas de gestão do desenvolvimento, em longo prazo, partindo do poder público, que beneficiem não apenas o desenvolvimento econômico, mas busque o envolvimento da população no processo. Precisa ser uma gestão participativa o mais integrada possível, de envolvimento de dimensões geográficas, em escala federal, estadual e municipal.

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Meio Ambiente; Poder Público.

Abstract
Understanding that coastal areas are fragile and extremely dynamic environments, development of numerous economic activities and a marked concentration of population, identifies as tools of environmental management that guide the integrated planning of such areas in the Brazilian territory becomes fundamental. This work aims to analyze the Brazilian coastal environmental planning from a critical perspective on the Orla Project. Regarding the methodological aspects, it is a bibliographic and documentary research, mainly in the exploration of coastal legislation as a proposal to minimize environmental problems. The results revealed that these laws are important instruments for orienting actions and support public authorities in the management of such areas. It is necessary to promote long-term development management policies, starting from the public authorities, that benefit not only economic development, but seek the involvement of the population in the process. It needs to be a participatory management or as integrated as possible, involving geographic dimensions, at the federal, state and municipal scales.

Keywords: Environment Management; Environment; Public Authorities.

1. Introdução

Os programas de gestão costeira vem incorporando recentemente a abordagem sistêmica, pautada na gestão integrada do meio ambiente; ela orienta políticas para o meio ambiente sob uma perspectiva de sustentabilidade, onde o meio ambiente é considerado para além do ponto de vista econômico com o objetivo de garantir um meio equilibrado para futuras gerações. A principal intenção desses programas é sintetizar normas, regulamentações projetos e planos de controle do uso e ocupação do solo e de atividades humanas na zona costeira, sempre com foco na conservação ambiental embasadas em princípios de sustentabilidade e em sugestões práticas de educação ambiental.

Referenciais empíricos chamam a atenção para o fato de que o problema ambiental costeiro, muitas vezes, está ligado ao uso e ocupação desse espaço, uma vez que grande parte das atividades industriais do Brasil vem sendo desenvolvidas nesse espaço; representam assim uma ameaça ambiental, seja do ponto de vista fisico seja biológico. Elas estão ligadas á poluição, processos de assoreamento, dragagem, aterros, dentre inúmeras outras atividades que alteram consideravelmente os processos naturais do ecossistema costeiro (DAVIDSON-ARNOTT, 2010; VASCONCELOS, 2005; AGRA FILHO, 2006). Assim, gerenciar esse ambiente implica em gerir conflitos acirrados, pois são áreas onde coexistem interesses diversos, e de grandes contingentes populacionais.

Fonte de recursos naturais utilizados pelas populações humanas e zona de constante pressão populacional e econômica, a zona costeira torna-se o lugar de conflitos diversos de usos e interesses (VASCONCELOS, 2005). Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo geral analisar o planejamento ambiental costeiro, a partir das orientações do Projeto Orla. O referido projeto propõe desenvolver ações de planejamento compartilhado pelas três esferas governamentais, Procuradoria da União e articuladas com a sociedade, busca o aperfeiçoamento das normas de ordenamento territorial que auxiliem a gestão e minimizem os conflitos de uso e ocupação do espaço da orla (BRASIL, 2006).

Notadamente, o levantamento dos instrumentos legais, associados à gestão costeira, espera contemplar os principais documentos voltados à região litorânea. Com o intuito de almejar os objetivos traçados, a reflexão teórica foi norteada por ampla busca bibliográfica. A visita a alguns espaços de realização de práticas de educação ambiental (Figura 2), foram fundamentais para o desenvolvimento do manuscrito, pois possibilitou melhor análise sobre a temática no âmbito do Projeto Orla. Foram utilizadas fontes diversificadas, partindo desde o levantamento de investigações científicas passadas até as contemporâneas, bem como fontes de "primeira mão" (GERHARDT et al., 2009, p. 69), notadamente os documentos sem tratamento analítico, como documentos oficiais, legislações e dados estatísticos.

A fim de se verificar os marcos legais da gestão costeira no país, foi consultada a legislação brasileira que trata, direta ou indiretamente a temática. Dessa forma, os documentos elencados foram: a) Constituição Federal de 1998 (CF/88); b) Lei 7.661/88, institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro; e c) Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima.

2. Legislações pertinentes

2.1 Direito Ambiental e planejamento costeiro brasileiro

Apenas recentemente o meio ambiente foi, de fato, estudado enquanto objeto jurídico, de preservação e proteção. Sendo assim, é importante entender sua abordagem constitucional

para perceber como é feita a proteção ambiental, que legitima o direito a um meio ambiente equilibrado, mas que também reconhece constitucionalmente o direito social estabelecido pela Constituição Federal de 1988 (ALMEIDA, 2006).

O direito ambiental tem marco internacional a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, celebrada em Estocolmo, em 1972. Essas discussões, foram retomadas em 1987, a partir do Relatório de Brundtland que alertava para a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento sustentável que fosse capaz de satisfazer as necessidades das presentes gerações sem comprometer a capacidade das gerações futuras (BRASIL, 1988). Interessante destacar que após o Relatório de Brundtland a educação ambiental (Figura 1) passou a receber atenção especial em quase todos os fóruns relacionados a discussão do desenvolvimento e do meio ambiente (BARBIERI; SILVA, 2011).

Defender o meio ambiente e o ser humano é uma tarefa que exige, necessariamente, um conhecimento transdisciplinar. Nesse sentido, é dever do Estado propor medidas efetivas de sustentabilidade socioambiental, o caput do artigo 225 da Constituição Federal garante a todos o "direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações" (BRASIL, 1988, p. 1).



Figura 1: Pintura de uma árvore utilizando garrafas pets.

Fonte: Autores.

A legislação deixa claro o direito de todo indivíduo a um meio ambiente equilibrado, cabendo ao poder público o dever na preservação, não é um ambiente qualquer, mas aquele que seja saudável e permissível à vida e ao desenvolvimento humano, pois esse é o significado da expressão ecologicamente equilibrado citado na Carta Magna. Para Moraes (2007), esse modelo de gestão estabelece a União o papel de coordenação e supervisão na implantação dos planos e programas, de estímulo e acompanhamento das ações de forma descentralizadas, articuladas na própria órbita federal.

O arranjo institucional brasileiro (Figura 2) voltado para a gestão costeira nacional é realizado a partir da orientação de um órgão central nacional, o Ministério do Meio Ambiente (MMA).

A supervisão e o apoio a esse órgão fica sob a responsabilidade da Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM) e do Grupo de Integração de Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) representado pelos dezessete estados costeiros do país.

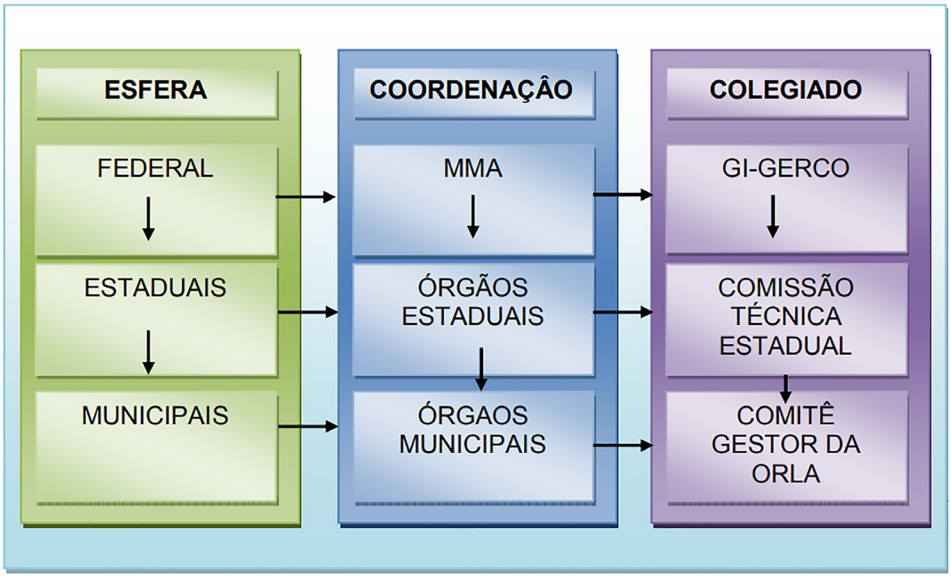


Figura 2: Arranjo Institucional da Gestão Costeira no Brasil.

Fonte: Adaptado do MMA (2016).

As esferas estaduais, devem obedecer as normas e orientações do Plano Nacional para os ambientes costeiros, e os coordenadores dos órgãos de cada estado costeiro possuem a a responsabilidade de elaborar planos estaduais. Já no âmbito da esfera municipal essa coordenação é exercida pelo órgãos de gestão municipal, com apoio do Comitê Gestor da Orla de cada município, enquanto órgão colegiado, sempre obedecendo às normas estabelecidas pelas esferas federal e estadual.

2.2 Os Planos Nacionais de Gerenciamento Costeiro (PNGC)

O planejamento costeiro brasileiro se deu a partir da orientação de algumas políticas, planos e decretos estabelecidos e aperfeiçoados ao longo dos anos. As legislações que tratam sobre o aparato legal de proteção aos ambientes litorâneos, iniciaram com a PNRM (Política Nacional para os Recursos do Mar) em 1980 e a CF/88. Elas foram basilares na orientação de todos os outros planejamentos costeiros, a citar as duas versões do PNGC, do Plano de Ação Federal da Zona Costeira (PAF- ZC), decretos mais recentes no Brasil, dentre outras normas.

A instituição do PNGC I se deu por meio da Lei Federal n. 7.661, de 16 de maio de 1988, regulamentado pelo Decreto n. 5300, de 7 de dezembro de 2004. O artigo 2°, parágrafo único da referida lei cita a definição de zona costeira como sendo: "o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, e abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, a serem definidas neste Plano" (BRASIL, 1998, p. 1). Essa primeira versão do plano focou ações individuais dos estados, faltava a integração entre as esferas administrativas.

O PNGC constitui-se enquanto plano subordinado aos princípios e objetivos da PNMA (Política Nacional do Meio Ambiente) e da PNRM. Segundo a Lei n° 7.661/88, art. 2°, o Plano tem como objetivo: "orientar a utilização racional dos recursos na Zona Costeira, forma a contribuir para elevar a qualidade da vida de sua população, e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural." (BRASIL, 1981, p. 1). O Plano sofreu modificações em sua segunda versão visando esclarecer determinadas lacunas.

2.3 A Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC) como ferramenta

A GIZC consiste na ferramenta de auxílio à mudança de comportamento em relação à ocupação da zona costeira. A efetivação do gerenciamento costeiro integrado se dá em um ciclo, apartir da integração de cinco etapas. Parte inicialmente da identificação e análise de determinado problema. Sequenciado pela preparação do programa, delimitando a escala de trabalho, separando áreas de mesmas características em unidades coerentes de gestão. O terceiro momento é a adoção formal e o financiamento com aprovação formal das políticas e plano (Figura 3). A quarta etapa do processo consiste na implementação do programa, monitorando e interpretando as tendências relacionadas à sociedade e ao ambiente ecossistêmico (OLSEN, 2003).



Figura 3: Ciclos de gerenciamento costeiro integrado.
Fonte: Casemiro et al. (2018), adaptado de Olsen (2003).

A quinta e última fase consiste na avaliação do programa, identificando o que deu certo e o que pode ser melhorado; é o momento em que são documentados os resultados do programa, e reavaliados os problemas da gestão, com reajustes de prioridades, a partir das mudanças sociais ambientais, quando novas questões ou áreas são identificadas e incluídas no programa. Todas as fases são ajustadas e reavaliadas em um ciclo constante (OLSEN, 2003).

Para Polette *et al.* (2006), a gestão costeira efetiva exige o fortalecimento de diálogo e articulação com a sociedade civil. Assim, a gestão costeira integrada consiste em uma sequência de fases interconectadas e interdependentes entre diferentes grupos de atividades. Há uma sequência de orientação que precisa ser seguida e reavaliada constantemente, ou seja, há um ciclo constante de planejamento, implementação e avaliação (OLSEN, 2003).

3. Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima em destaque

3.1 Orientações

Inserido no âmbito do GI-GERCO e do PAF-ZC, o Projeto Orla objetiva ordenar e planejar as áreas litorâneas, trata, assim, de uma proposição de planejamento de gestão territorial. De acordo com a Lei n.9.636, de 15 de maio de 1998, a orla é exclusividade da União (BRASIL, 1998),

contudo nos últimos anos um novo regulamento estabeleceu que esse espaço pode ser gerido pelos municípios. Ele é ferramenta importante na efetivação de ações voltadas a educação ambiental, de sensibilização de determinadas comunidades. Exemplo importante de ações de Educação Ambiental (Figura 4) vem sendo desenvolvido por inúmeras instituições ambientais e Organizações Não-Governamentais (ONG's) em todo o estado do Ceará, sempre voltadas à conservação ambiental de proteção ao meio enquanto apoio para elaboração de planos e programas diversos a exemplo do próprio Projeto Orla Marítima.



Figura 4: Ações de Práticas de Educação Ambiental.

Fonte: Autores.

Articulado em organização institucional entre as três instâncias governamentais, o Projeto Orla busca o diálogo constante com os diversos atores sociais, a partir de fóruns intermediados pelo poder público municipal. O seu espaço por excelência de atuação é a orla, um espaço restrito da zona costeira. No Decreto Federal nº. 5.300/2004, publicado no Diário Oficial da União (DOU), de regulamentação da Lei nº. 7.661/88 que institui o PNGC e dispõe sobre as regras de uso e ocupação da zona costeira, Art. 22, a orla (Figura 5) é a "faixa contida na zona costeira, de largura variável, compreendendo uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar" (BRASIL, 2004, p. 1).

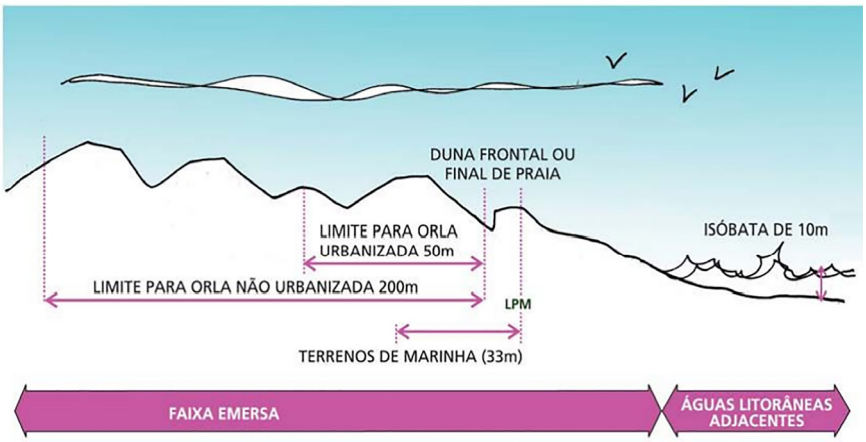


Figura 5: Definição e delimitação de orla

Fonte: Brasil (2006). Adaptada.

Assim sendo, para fins de delimitação a orla pode ser caracterizada enquanto uma orla urbanizada, com limite a partir da Linha de Preamar (LPM) até os 50 m na área terrestre em áreas de urbanização consolidada (Figura 5). E uma orla de urbanização não consolidada limite no continente de 200 m (BRASIL, 2004). Percebe-se assim que se trata de um espaço de múltiplos usos sujeito, portanto, a sérios conflitos socioambientais como resultado de um intenso processo de uso e ocupação, uma área que exige um planejamento (MORAES, 2007).

3.2 Objetivos

Projeto do governo federal e instrumento do GERCO, o Orla trabalha em conjunto com outros órgãos federais, resulta da ação entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério do Planejamento (MP) e Secretaria de Patrimônio da União (SPU). Objetiva a ordenação dos espaços litorâneos sob domínio da União, principalmente os grandes centros urbanos, visando aproximar as políticas ambiental e patrimonial, com ampla articulação entre as três instâncias governamentais e a sociedade, buscando a gestão compartilhada desse espaço. O objetivo principal do Projeto Orla em nível nacional consiste em:

> Compatibilizar as políticas ambiental e patrimonial do governo federal no trato dos espaços litorâneos sob propriedade ou guarda da União, buscando, inicialmente, dar uma nova abordagem ao uso e gestão dos terrenos e acrescidos de marinha, como forma de consolidar uma orientação cooperativa e harmônica entre as ações e políticas praticadas na orla marítima (BRASIL, 2006, p. 7).

Os objetivos específicos do Projeto Orla são os seguintes: fortalecimento da capacidade de atuação e articulação de diferentes atores - público e privado na gestão integrada da orla, com foco para o aperfeiçoamento das normas do ordenamento de uso e ocupação desse espaço; desenvolver mecanismos institucionais capazes de mobilizar a sociedade para a gestão integrada; e estimular atividades socioeconômicas compatíveis com desenvolvimento sustentável da orla (BRASIL, 2006).

Assim, o Projeto Orla se volta à necessidade de participação cidadã e integração entre diferentes atores envolvidos no ambiente costeiro, com interesses ás vezes convergentes, exige compatibilizar as atividades econômicas desse espaço e respeitar o meio ambiente. Em outras palavras, o desenvolvimento econômico deve ser estruturado e pensado dentro de uma lógica ambiental. O Projeto Orla trabalha com a valorização da paisagem, dos atrativos turísticos e proteção dos costumes de locais, visa ainda a geração de pequenos negócios que causem o menor impacto possível ao meio ambiente, compatibilizando conservação do ambiente natural e a utilização sustentável da biodiversidade local (BRASIL, 2006).

3.3 Esferas de coordenação

O Projeto Orla delega aos municípios a elaboração do Plano de Gestão Integrada (PGI), eles devem respeitar as normas e políticas estaduais e federal em vigência. A esfera municipal tem a responsabilidade de buscar financiamentos e garantir a participação da sociedade nos processos de tomada de decisão, pois o Projeto valoriza o saber popular na busca de diálogos com os fóruns de atores municipais, intermediados pelo poder público local (BRASIL, 2006). A escala de delimitação do Orla é um espaço reduzido que não ultrapasse a escala horizontal de 10 km, objetivando aproximar o máximo possível a realidade local dos aspectos físico-sociais e as relações ocorridas no espaço.

A Figura 6 apresenta de maneira didática o arranjo institucional do Projeto Orla e destaca as competências de cada instituição e o âmbito de sua atuação. Os responsáveis pela coordenação nacional do projeto é o MMA e a SQA, conjuntamente com o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPO) e a SPU. São órgãos que tem a responsabilidade de integrar e articular as políticas públicas com demais órgãos federais atuantes na zona costeira, especialmente em áreas de abrangência do Projeto Orla (BRASIL, 2005).

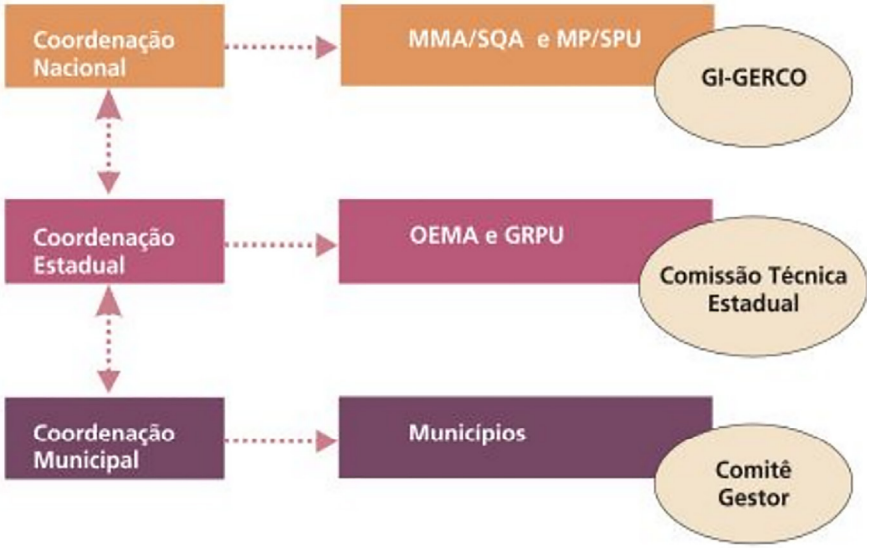


Figura 6: Arranjo institucional do Projeto Orla

Fonte: Brasil (2005).

Formada pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMA) e as Gerências Regionais do Patrimônio da União (GRPU), a Coordenação Estadual tem a responsabilidade de integrar políticas ambientais costeiras estaduais, implementar e acompanhar o Projeto Orla. À Coordenação Municipal compete a execução local do Projeto. O Decreto n. 5300, Art. 14, capítulo IV, cita que a esfera municipal é fundamental na promoção e fortalecimento das entidades envolvidas no gerenciamento costeiro, através de apoio técnico, financeiro e metodológico (BRASIL, 2004). Junto à gestão integrada, os Órgãos Colegiados, formados por membros do GI-GERCO, representantes da esfera nacional e da Comissão Técnica Estadual (CTE), auxiliam as coordenação nacional, estados e o Comitê Gestor da Orla municipal (BRASIL, 2005).

3.4 Implementação

No que se refere a implementação, o Projeto Orla trabalha inicialmente com a divisão da orla municipal em unidades, determinadas em função da urbanização, cada unidade é separada por trechos - determinados em função das características semelhantes do ambiente. Feita a divisão são escolhidos dois trechos com paisagem similar que necessite um estudo mais urgente. A proposta de delimitação adotada pelo Projeto Orla nos planos de gestão é realizada a partir de critérios de fragilidade ou de vulnerabilidade natural, envolve, situações e ritmos de ocupação ao longo do litoral brasileiro (BRASIL, 2004).

A metodologia se dá a partir da composição e de cenários atuais, tendenciais e futuros. É o momento em que são apontados tipos de usos e, a partir de cada situação indesejável de uso do espaço, são elaborados a situação desejada. O cenário passa a ser meta e objetivo a serem alcançados no processo de gestão (BRASIL, 2006). Eles procuram representar as situações atuais em que se encontram a orla, as tendências em caso de não haver intervenção, e a situação desejada

de minimização dos problemas através de orientações para a tomada gestão.

A situação tendencial geralmente é a que se concretiza quando há omissão do gestor municipal. O método de trabalho do Projeto Orla para elaboração do PGI é embasado na Gestão Integrada das Zonas Costeiras e se dá a partir do desenvolvimento conjunto de três etapas: caracterização da área de determinada orla, delimitação da área a ser contemplada pelo plano e divisão e levantamento de informações mais detalhadas da orla a ser gerida. É o momento em que deve ser feita a identificação das praias (Figura 7) existentes no local, que, enquanto espaços públicos, de uso comum do povo, não devem possuir limitações de acesso, esse elemento é fundamental a ser considerado (BRASIL, 2006).



Figura 7: Ambiente praial

Fonte: Autores.

O produto final do Projeto Orla (Plano de Gestão) é um instrumento de planejamento e gestão, resultado de atividades realizadas a partir do diagnóstico e classificação da orla, elaborado por agentes executivos do Projeto Orla, e da construção dos cenários atuais, tendenciais e desejados da área, elaborados por representantes da sociedade, após capacitação. O documento deve apontar estratégias ao poder públio municipal na execução da gestão desse espaço, detalhando e justificando as atividades que podem ser desenvolvidas.

4. Considerações Finais

A partir do exposto pode-se dizer que as leis de gerenciamento costeiro são importantes instrumentos de orientação às ações do poder público. Esse gerenciamento costeiro deve de ser realizado de forma integrada, sempre na busca por envolver todas as dimensões geográficas (municípios, estados e país), entendendo o sistema litorâneo como um todo físico e social. A orientação das políticas de gestão deve ter por objetivo desenvolvimento econômico de uma região e integração da comunidade local; o Projeto Orla Marítima segue essa premissa ao inserir a gestão participativa, buscando envolver a população na gestão.

Foi apontado que o Projeto Orla, tem por objetivo solucionar os conflitos de uso e reverter os processos de degradação de determinadas áreas litorâneas, permitindo o uso desse espaço de forma adequada (sustentável); potencializando a área enquanto elemento importante para

desenvolvimento do turismo, em vistas a sua valorização e compatibilizar conservação e utilização sustentável do ambiente local. O Projeto trabalha com uma escala reduzida, incluindo em seus planos, o saber popular e, objetivando aproximar a realidade dos aspectos físicos e sociais; buscando diálogos constantes entre os atores municipais, tendo como interlocutor o poder local. Sua metodologia se dá a partir da composição e justaposição de cenários atuais com possibilidade de previsibilidade de ocorrência dos fatos com resultado positivo, em que o cenário se torna meta e objetivo a serem atingidos na gestão.

Em suma, o Projeto é uma ferramenta metodológica possível de apoio à gestão, pois se fundamenta na proposta de gestão integrada, valorizando a participação da sociedade no planejamento costeiro, e considera em suas propostas a inclusão da educaçãoambiental como forma de apoio a minimização dos problemas costeiros. A análise de tal instrumento permitiu observar que é uma peça importante às oportunidades de desenvolvimento da orla, uma vez que, a articulação entre os instrumentos de gestão existentes, os investimentos possibilita priorizar áreas estratégicas de preservação ambiental. Assim, pode resultar em políticas ambientais efetivas para o território municipal.

5. Referências

AGRA FILHO, S. S. A gestão ambiental da zona costeira no Brasil: os desafios atuais. **Revista Gestão Costeira Integrada**, v. 4, n. 5, p. 23-24, 2006.

ALMEIDA, P.A.P.S. Políticas ambientais e seus desdobramentos: o gerenciamento costeiro em debate. **Revista Gestão Costeira Integrada**, v. 4, n. 5, p. 39-42, 2006.

BARBIERI, J. C.; SILVA, D. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum e desafios. **Revista de Administração Mackenzie,** v. 12, n. 3, 2011.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. Projeto Orla: Fundamentos para a Gestão Integrada. Brasília: MMA/MPO, 2006.

_____. Projeto Orla: Subsídios para um projeto de Gestão. Brasília: MMA/MPO, 2004.

_____. Projeto Orla: Guia de implementação. Brasília: MMA/MPO, 2005.

_____. Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do MeioAmbiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <https://goo.gl/xfD72>. Acesso em: 20 fev. 2021.

_____. Lei n. 7.661, de 16 de maio de 1988. Dispõe sobre o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Disponível em: <http://goo.gl/s9DUtr>. Acesso em: 20 jan. 2021.

_____. Lei n. 9.636, de 15 de maio de 1998. Dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9636.htm. Acesso em abril 2016>. Acesso em: 10 dez. 2020.

_____. Lei complementar n. 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm>. Acesso em: 20 dez. 2020.

_____. Decreto n. 5300, de 07 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei n. 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Disponível em: <http://goo.gl/2XTZ9M>. Acesso em: 10 set. 2020.

CASEMIRO, M. B.; BARRA, O. A. O. L.; VASCONCELOS, F. P.; MATOS, F. O. Análise do Projeto

Orla Marítima de Icapuí/CE na perspectiva dos gestores locais eambientalistas. **Caminhos de Geografia**, v. 19, p. 361-374, 2018.

DAVIDSON-ARNOTT, R. **Introduction to coastal processes and geomorphology**. New York: Cambridge University Press, 2010.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFGRS, 2009.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007.

OLSEN, S. B. Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives. **Ocean e Coastal Management**, v. 46, p. 347-361, 2003.

POLETTE, M.; REBOUÇAS, G. N. M.; FILARDI, A. C. L.; VIEIRA, P. F. Rumo à gestão integrada e participativa de zonas costeiras no Brasil: percepções da comunidade científica e do terceiro setor. **Revista Gestão Costeira Integrada**, v. 4, n. 5, p. 43-48, 2006.

VASCONCELOS, F. P. **Gestão Integrada da Zona Costeira**: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premius, 2005.

USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

YVES KLAVDIAN VIEIRA RODRIGUES VASCONCELOS
MELINA DA SILVA DE SOUZA

Resumo
A disponibilidade hídrica no semiárido brasileiro é de suma importância para a manutenção da vida e de toda a cadeia produtiva dos milhares de habitantes que vivem na região. No Ceará quase toda essa disponibilidade hídrica advém dos açudes do estado, tendo como riscos reais de abastecimento as estiagens prolongadas e a diminuição da capacidade de armazenamento nesses reservatórios por conta da erosão. Utilizando ferramentas de geoprocessamento juntamente com a aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (USLE), o presente trabalho se objetivou a mensurar a susceptibilidade de perda de solo da bacia hidrográfica do Açude General Sampaio em 3 anos distintos. Os estudos com as informações dos anos de 1985, 2005 e 2019 mostraram um grau de susceptibilidade a erosão muito baixos, onde mais de 97% da área da bacia possuem área estimada de perda de solo de menos que 10 t ha-1 ano-1. Demonstrando ser de suma importância para a gestão das bacias hidrográficas na região semiárida, a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto possibilitou verificar a susceptibilidade de erosão de uma grande área, facilitando a tomada de decisões de órgãos gestores, a fim de diminuir os impactos da erosão nos reservatórios hídricos da região.

Palavras-Chave: Equação universal de perda de solo; Geoprocessamento; Reservatórios Hídricos; Erosão do solo.

Abstract
Water availability in the Brazilian semi-arid region is of paramount importance for the maintenance of life and the entire production chain of the thousands of inhabitants living in the region. In Ceará, almost all of this water availability comes from the state's dams, with prolonged droughts and the reduction of storage capacity in these reservoirs due to erosion, as real supply risks. Using geoprocessing tools together with the application of the Universal Soil Loss Equation (USLE), the present work aimed to measure the susceptibility of soil loss in the hydrographic basin of the General Sampaio reservoir in 3 different years. Studies with information from the years 1985, 2005 and 2019 showed a very low degree of susceptibility to erosion, where more than 97% of the basin area has an estimated soil loss area of less than 10 t ha-1 year-1. Demonstrating to be of paramount importance for the management of hydrographic basins in the semiarid region, the use of remote sensing tools made it possible to verify the susceptibility of erosion of a large area, facilitating the decision-making of management bodies, in order to reduce the impacts of erosion water reservoirs in the region.

Keywords: Universal soil loss equation; Geoprocessing; Water Reservoirs; Soil erosion.

1. Introdução

A disponibilidade hídrica no semiárido brasileiro é de suma importância para a sobrevivência e manutenção dos mais de 20 milhões de habitantes que vivem na região, além disso o uso da água faz parte crucial no que diz respeito ao seu desenvolvimento. O aumento da implantação de infraestruturas para armazenamento e disponibilização de água, faz parte de um aumento dos esforços empregados para garantir o abastecimento humano, animal e a viabilização da irrigação e da indústria. Ainda com todo o aumento desses esforços, as políticas adotadas de forma geral, são insuficientes para solucionar os problemas decorrentes da escassez hídrica, assim deixando susceptível as populações as ocorrências das secas, principalmente em relação ao meio rural, quando se trata do uso difuso da água (CIRILO *et al*., 2010).

De acordo com Araújo (2003), 93% da água ofertada à população do estado do Ceará vem dos reservatórios hídricos, demonstrando a importância das barragens, e das águas superficiais, no abastecimento de água na região. Com um índice de evaporação por volta de 3.000mm por ano, é extremamente maior do que a precipitação média da região de 800mm, demonstrando assim um déficit hídrico considerável, corroborando para os 60% dos volumes perdidos nas barragens da região por evaporação e extravasamento. Apenas 40% da vazão afluente consegue ser regularizada nessas barragens, fazendo com a preocupação com o assoreamento na região seja uma questão cada vez mais latente, pois a tendência é que as perdas sejam maiores com a redução da capacidade desses reservatórios, já que com as alterações da relação cota-área-volume aumenta a tendência de perda de água por evaporação (ARAÚJO *et al.*, 2006).

As duas principais preocupações ambientais das autoridades em gestões hídricas, são exatamente os aportes de sedimentos finos aos cursos d'água e reservatórios hídricos, e aceleração da erosão do solo nessas bacias hidrográficas. Essa erosão do solo tem como um dos fatores principais as ações antrópicas, então como parte para prevenir essa erosão, quantificar a perda de solo e os processos que o aceleram são processos de extrema importância (MELLO *et al.*, 2005).

A estimativa de erosão do solo pode ser feita de duas formas, sendo ela qualitativa e quantitativa, onde ambas apresentam seus benefícios e deficiências (CHAVES, 1995). A análise quantitativa possibilita estimar a erosão absoluta, podendo facilitar todo o planejamento conservacionista das regiões. Já análise qualitativa possui como principal benefício a facilitação da manipulação das condições selecionadas em termos aos graus de susceptibilidade à erosão e a consequente combinação para se obter os graus de severidade da erosão. Contudo os modelos quantitativos requerem uma maior quantidade de informações por parte de quem analisará, além de exigir mais dados em comparação com o qualitativo (BRITO *et al.*, 1998).

Um dos modelos quantitativos que foram beneficiados com a evolução dos sistemas de geoprocessamento, foi a Equação Universal de Perdas de Solos (USLE), quando utilizado o SIG no modelo proposto por Wischmeier e Smith (1978), permite contextualizar e analisar as perdas de solo por erosão laminar e confrontar os resultados com o uso e ocupação do solo.

Este trabalho objetiva usar dados de sensoriamento remoto para a utilização da USLE na Bacia Hidrográfica do Açude General Sampaio.

2. Metodologia

A área a ser estudada a perda de solo, consiste na bacia hidrográfica do açude General Sampaio que está inserida dentro da região da Bacia do Curu (Figura 1). A sub-bacia do açude possui uma área de aproximadamente 1593,70Km^2, e tem como coletor d'água principal o rio Curu. O clima da bacia do açude General Sampaio, segundo a classificação de Koppen é do tipo BSh, semiárido quente e temperaturas médias anuais superiores a 27˚C. As classes de solo que predominam na

bacia são: Luvissolos, Planossolos e Neossolos Litólicos conforme Figura 2 (SUDENE, 1973).

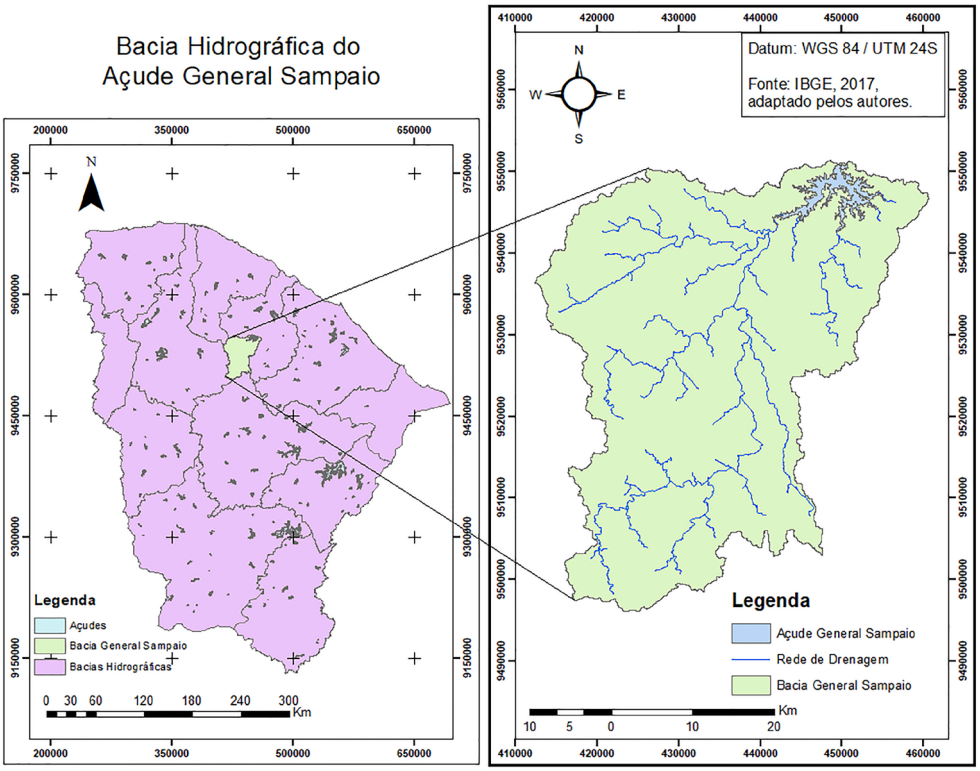


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Açude General Sampaio

Fonte: Autores, 2021.

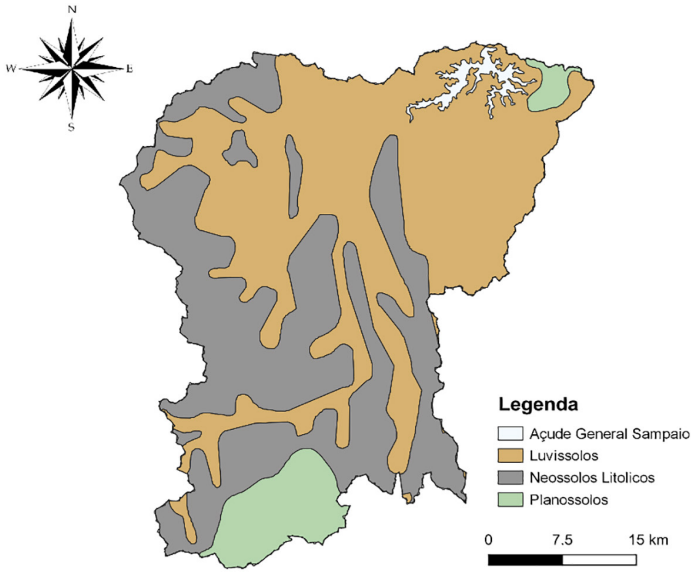


Figura 2: Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Açude General Sampaio.

Fonte: SUDENE, 1973.

A delimitação da bacia e todos os mapas temáticos elaborados foram com feitos através das ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG), sendo utilizado o software QGIS 3.10

como plataforma para manipulação desses dados, também foram utilizadas imagens de uso e ocupação do solo obtidas a partir do portal MAPBIOMAS.

2.1 Equação Universal de Perda de Solo (USLE)

A Equação Universal de Perda de Solo (*Universal Soil Loss Equation* –USLE) foi o método utilizado para determinar a estimativa de perda de solo. O produto dessa equação é a estimativa de perda de solo média anual por área unitária: onde, A é a perda de solos (t ha^{-1} ano^{-1}); R é o fator de erosividade das chuvas (MJ mm ha^{-1} ano^{-1}); K é o fator de erodibilidade do solo (t h MJ^{-1} mm^{-1}); L é o fator comprimento de rampa (adimensional); S é a declividade (porcentagem); C é o fator uso e manejo do solo (adimensional); e P é o fator de práticas conservacionistas (adimensional).

Para avaliar o resultado obtido a partir da perda de solo, os valores encontrados no presente estudo serão enquadrados nos valores de susceptibilidade à erosão proposta por Galdino *et al.* (2003) (Tabela 1).

Tabela 1: Susceptibilidade de erosão do Solo.

Perda de Solo (t ha^{-1} ano^{-1})	Grau de Erosão
< 10	Baixa
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
> 200	Muito Alta

Fonte: Galdino, 2003.

A erosividade do solo (R) está ligada diretamente a pluviometria da região, para obter os valores desse fator foi utilizada o método proposto por Bertoni e Lombardi Neto (1993): onde, R é a erosividade (MJ mm $há^{-1}$ ano^{-1}); p é a Precipitação total média mensal (mm); e P é a Precipitação total média anual (mm).

Para uma aproximação mais fiel as chuvas da região, foi utilizada a técnica dos polígonos de Thiessen (1911) para obter o produto de Erosividade das chuvas, foram adicionadas médias pluviométricas de 30 anos de dados através de 5 postos monitorados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) (Tabela 2).

Tabela 2: Média de precipitação mensal e total em mm ano^{-1} para uma série histórica.

Posto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Aç. Gen. Sampaio	67,3	112,4	203,1	184,6	110,4	44,39	26,05	2,30	2,10	1,25	5,20	14,08	764,93
Gen. Sampaio	99,2	129,9	191,7	213,9	116,0	45,13	20,67	3,35	0,56	0,15	3,65	14,34	857,68
Itatira	56,2	70,47	128,4	138,4	87,50	64,64	21,00	1,97	0,72	0,12	0,24	7,74	569,98
Jurema	50,8	111,1	200,6	172,0	96,25	38,81	15,79	2,48	0,85	0	2,50	13,40	693,44
Tejuçuoca	80,9	98,33	179,9	132,2	85,71	26,84	14,31	1,84	0,21	0,11	2,62	8,02	634,46

Fonte: FUNCEME, 2021.

Para a obtenção dos valores de Erodibilidade do solo (K), foram utilizados valores pré-estabelecidos por Silva (1978), trabalho esse fundamentado através de estudos de campo, laboratório e análise de regressão, os valores de K foram associadas as classes de solo presentes na bacia do estudo (Figura 2), onde, 0,036 t h MJ^{-1} mm^{-1} para Luvissolo, 0,027 t h MJ^{-1} mm^{-1} para Planossolo e 0,028 t h MJ^{-1} mm^{-1} para Neossolo Litólico.

O fator do Comprimento de Rampa e Declividade (LS) foi obtido através da ferramenta '*Ls factor*' presente no QGIS 3.10, onde o método usado para tal obtenção é o de Desment & Govers (1996).

Foram utilizados mapas de uso e manejo do solo e atribuídos a cada uso um Fator C obtidos através do estudo de Costa *et. al.* (2005), adaptado para as classificações de uso e ocupação do solo do MAPBIOMAS (Tabela 3), onde foram obtidas imagens dos anos de 1985, 2005 e 2019 para ter uma determinação temporal da influência do manejo na estimativa de perda de solo.

Tabela 3: Classes encontradas no MAPBIOMAS associadas ao Fator C.

Classes	Fator C
Formação Florestal	0,0001
Formação Savânica	0,0001
Formação Campestre	0,0007
Pastagem	0,0288
Agricultura	0,2558
Infraestrutura Urbana	0,01
Afloramento Rochoso	0,01
Rios e Lagos	0,0

Fonte: MAPBIOMAS, 2021 e Costa el. al., 2005.

Foi considerada o valor igual a 1 do fator P para a microbacia estudada, pois foi considerada a ausência de práticas conservacionistas no controle de erosão, pois na região é comum o plantio no estilo morro abaixo (FUJIHARA, 2002).

3. Resultados e Discussão

Através da pluviometria dos 5 postos estudados, foram obtidos valores de erosividade de chuva (R) de cada posto: Açude General Sampaio – 5681,83; General Sampaio – 5908,788; Itatira – 4270,77; Jurema – 5541,575; e Tejuçuoca – 4859,377. Através dos resultados e da análise da erosividade das chuvas (R) encontrados na bacia de estudo, mostram um valor médio anual de 5142,755 MJ mm ha^{-1} ano^{-1}, essa média foi obtida sendo realizada a média ponderada considerando a área da bacia e o valor de erosividade em cada uma.

O valor encontrado para a bacia é levemente superior ao encontrado por Albuquerque *et al.* (2004) em estudo desenvolvido em outra microbacia no semiárido brasileiro, no estado da Paraíba, onde os valores ficaram apenas 4,3% abaixo dos encontrados para a bacia de General Sampaio.

O fator de erodibilidade do solo (K) foi associado aos tipos de solos encontrados em predominância na bacia hidrográfica, onde foi possível observar a predominância dos Luvissolos (K = 0,036 t h MJ^{-1} mm^{-1}) e Neossolos Litólicos (K = 0,027 t h MJ^{-1} mm^{-1}), onde cada um representa respectivamente 51,13% e 41,29% da área da bacia, e 7,57% da área foi observada a presença de Planossolos (K = 0,028 t h MJ^{-1} mm^{-1}).

Por conta dos diferentes manejos e da diversidade topográfica da região da bacia hidrográfica, a avaliação dos parâmetros do fator LS se torna difícil. Os processos erosivos tendem a ser mais fortes em áreas sem a proteção da cobertura vegetal, do que áreas que a possuem, sendo também dependente do tipo de vegetação e estágio de desenvolvimento da cultura (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1993). A variação do fator LS dos solos drenados da bacia hidrográfica do açude General Sampaio foi de 0 a 27.

Na imagem de uso e ocupação do solo de 1985 foram atribuídas 5 classes de cobertura de solo (Formação Florestal, Formação Savânica, Pastagem, Agricultura e Rios e Lagos). Foi possível observar que a classe que predomina na área da bacia hidrográfica no ano de 1985 é a de Formação Savânica, que corresponde a mais de 85% da área (1361Km^2). A classe de Formação Florestal correspondeu a 9,97% da área total da bacia, sendo a segunda classe mais importante encontrada, somando com a área de Floresta Savânica as duas classes possuem juntas cerca de 95% do total da área, demonstrando uma predominância de matas nativas ao longo da bacia.

Para os anos de 2005 e 2019 foram atribuídas 8 classes de cobertura e manejo do solo (Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, Afloramento Rochoso e Rios e Lagos). Analisando a imagem do MAPBIOMAS foi possível identificar a continuação da predominância da classe de Formação Savânica (84% - 1349Km^2), mesmo tendo perdido 11Km^2 de área, mas junto com a Formação Florestal continuam com a grande maior parte da bacia hidrográfica, tendo juntas quase 94% do total da área. Importante observar na análise da imagem do ano de 2005 é o grande crescimento de áreas da classe de Pastagem, mesmo representando apenas 1,42% da área da bacia, o aumento em comparação com a imagem de 1985 é de mais de 90.000%.

No ano de 2019 as classes de Formação Savânica e Formação Florestal voltaram a crescer e somaram quase 95% do total da área da bacia (1510Km^2), as classes de Agricultura e Pastagem também cresceram, mas em valores muito baixos, cada uma representou no ano de 2019 respectivamente 2,94% e 1,51% da área total da bacia. O que chamou atenção na análise da imagem de 2019 é a diminuição do espelho d'água do açude General Sampaio e de toda a região como um todo, a classe de Rios e Lagos teve uma queda de 62% em comparação com o ano de 2005, quando se é comparado com o ano de 1985 a queda é maior ainda chegando a quase 70%, comprovando os impactos da estiagem entre os anos de 2012 e 2017 ainda ressoam na região da bacia hidrográfica do açude General Sampaio.

E de acordo com todos os padrões de cobertura e manejo do solo foram associados os valores do fator C (Tabela 3) e assim gerado mapa para ser utilizado no cálculo da perda de solo para os 3 anos analisados.

Foram gerados 3 mapas temáticos com as perdas de solo (A) estimadas para a bacia hidrográfica do açude General Sampaio. Na Figura 3 é possível verificar que 97,82% da área da bacia possui perda de solo menor que 10 t ha^{-1} ano^{-1}, sendo classificada como uma bacia hidrográfica com baixo grau de erosão. As outras perdas verificadas ao longo da bacia sendo, 1,72% da área total com grau de erosão entre 10 e 50 t ha^{-1} ano^{-1}, 0,38% com grau entre 50 e 200 t ha^{-1} ano^{-1} e 0,06% das áreas com grau de erosão acima de 200 t ha^{-1} ano^{-1}.

Na Figura 4 verifica-se que 97,23% da área total da bacia possui perda de solo menor que 10 t ha^{-1} ano^{-1}, mantendo a bacia com uma classificação com baixo grau de erosão com a utilização das imagens de 2005.

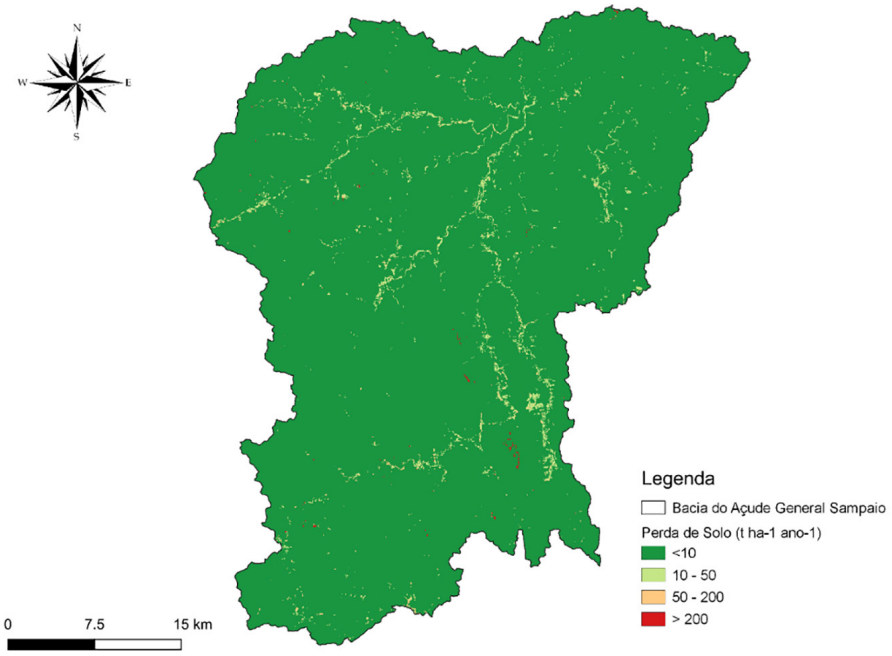


Figura 3: Perda de Solo para a Bacia Hidrográfica no ano de 1985.

Fonte: Autores, 2021.

As outras perdas verificadas ao longo da bacia foram de 1,97% do total da área com perdas de solo entre 10 e 50 t ha^{-1} ano^{-1}, 0,70% com perdas entre 50 e 200 t ha^{-1} ano^{-1} e 0,081% do total de área com perdas de solo acima de 200 t ha^{-1} ano^{-1}.

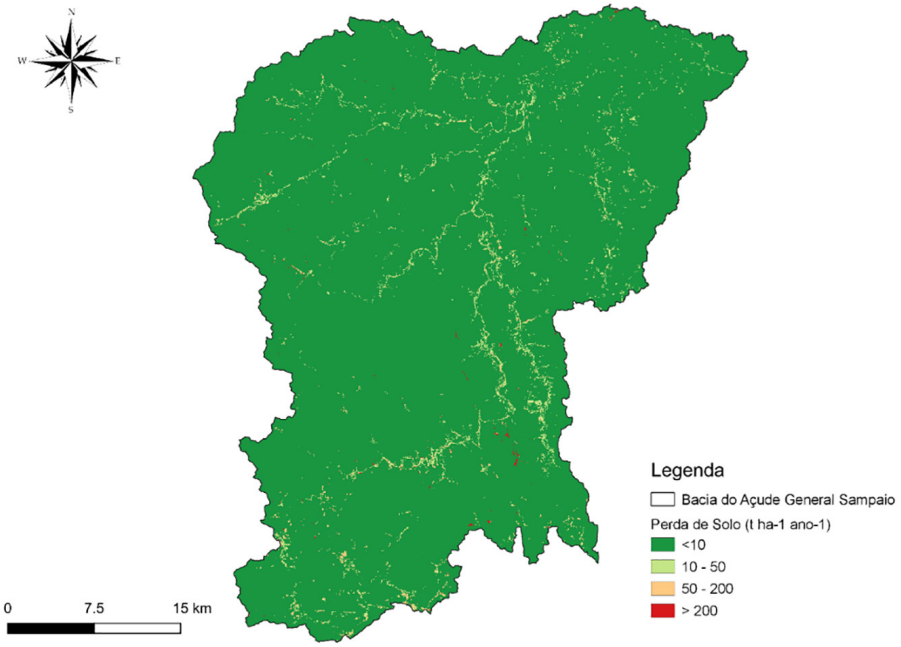


Figura 4: Perda de Solo para a Bacia Hidrográfica no ano de 2005.

Fonte: Autores, 2021.

As perdas de solo estimadas para o ano de 2019 foram apresentadas na Figura 5. Verifica-se que a perda de solo em 97,24% da área total da bacia é menor que 10 t ha^{-1} ano^{-1}, demonstrando que a bacia tem como característica uma classificação com baixo grau de erosão.

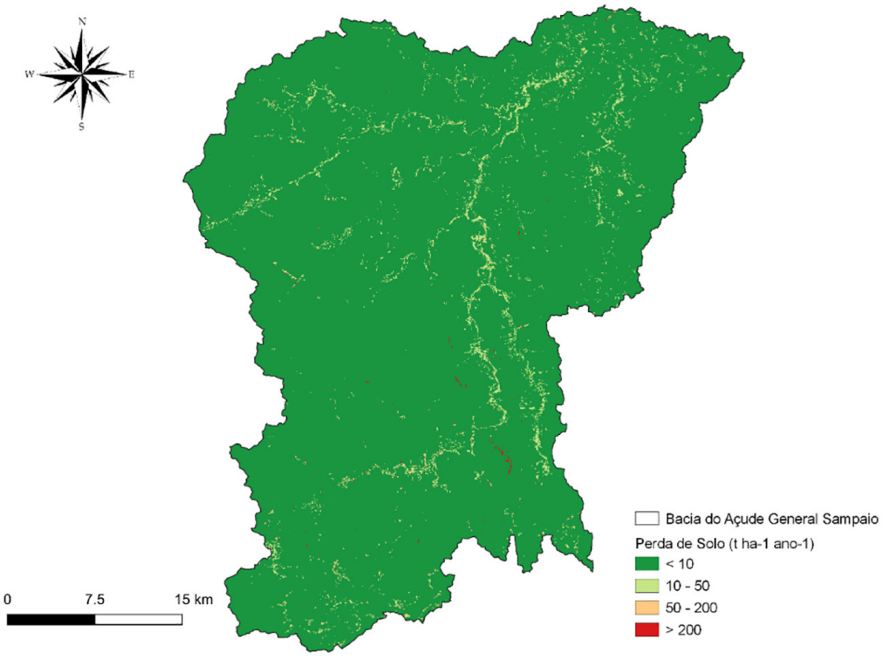


Figura 5: Perda de Solo para a Bacia Hidrográfica no ano de 2019.
Fonte: Autores, 2021.

As perdas restantes observadas ao longo da bacia foram de 2,09% da área total da bacia com perdas entre 10 e 50 t ha^{-1} ano^{-1}, 0,60% do total da área tiveram perdas entre 50 e 200 t ha^{-1} ano^{-1} e 0,06% com perdas superiores a 200 t ha^{-1} ano^{-1}. É possível observar em todos os mapas gerado que as maiores perdas estimadas de solo foram nas linhas de drenagens da bacia.

4. Considerações Finais

Corroborando com a importância da utilização de ferramentas de sensoriamento remoto, foi possível através das imagens de uso e ocupação do solo obtidas no MAPBIOMAS identificar e mapear a previsão de perdas de solo na bacia hidrográfica estudada. A utilização dos dados da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) com informações topográficas foram determinantes no cálculo dos fatores da USLE, facilitando a identificação das áreas susceptíveis a erosão. A incorporação dos Sistemas integrados de geoprocessamento (SIG) juntamente com a Equação Universal de Perda de Solo (USLE), permitiu e facilitou a análise da perda de solo por erosão numa área de bacia hidrográfica, com essa identificação, facilita ações que visem proteger, manter e recuperar possíveis áreas com alta susceptibilidade a essa dinâmica da natureza.

5. Referências

ALBUQUERQUE, A. W. et al. **Determinação de fatores da Equação Universal de Perda de Solo em Sumé, PB.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.2, p.153-160, 2004.

ARAÚJO, J. C. de. **Assoreamento em Reservatórios do Semi-árido: Modelagem e Validação.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V. 8 n.2 Abr/Jun 2003, 39–56.

ARAÚJO, J. C.; GUENTNER, A.; BRONSTERT, A. **Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil.** Hydrological Sciences Journal, Wallingford, v. 51, n. 1, p. 157-170, 2006.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo. 3. ed. Editora: Ícone. 1993. 355p.

BRITO J. L. S. *et al*. **Uso do geoprocessamento na estimativa da perda de solos por erosão laminar em Iraí de Minas – MG.** In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Santos. Anais... 1998, INPE, p. 501-512.

CHAVES, H. M. L. *et al*. **Aplicação da USLE e SGI na predição da erosão atual e potencial a nível regional: O Caso do Vale do São Francisco.** In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Viçosa. Anais... 1995. p. 1961-1963.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J. N. B. **A questão da água no semiárido brasileiro.** In: Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. (Org.). Águas do brasil análises estratégicas. 1 ed. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, v. 1, p. 81- 91.

COSTA, T. C. C.; LUMBRERAS, J. F.; ZARONI, M. J.; NAIME, U. J.; GUIMARÃES, S. P.; UZÊDA, M. C. **Estimativas de perdas de solo para microbacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2005.

DESMET, P. J. J. & G. GOVERS. 1996. **A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units.** Journal of Soil and Water Conservation, 51 (5): 427-433.

FUJIHARA, A. K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do Oeste Paulista com suporte em geoprocessamento.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Postos Pluviométricos.** Disponível em: <http://www.funceme.br/?page_id=2694> Acesso em: 03 de mar. 2021.

GALDINO, S. *et al*. **Perdas de solo na bacia do alto Taquari.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 40 p.(Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 44).

MELLO, G.; BUENO, C. R. P.; PEREIRA, G. T. **Variabilidade espacial de perdas de solo, do potencial natural e risco de erosão em áreas intensamente cultivadas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.2, p.315–322, 2005.

SILVA, J. R. C. **Perdas de solo e produção de sedimentos.** Piracicaba, São Paulo. 1978. 125 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo.

SUDENE. **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado do Ceará.** Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=22045> Acesso em: 03 de mar. 2021.

THIESSEN, A. H. **Precipitation averages for large areas.** Monthly Weather Review, v. 39, n.7, p. 1082-1089, 1911.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington, D.C, United States Department of Agriculture, 1978. 58p. (Agriculture handbook, 537).

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS SIG PARA DELIMITAÇÃO E ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAGUAREMA, SÃO LUÍS, MA

INGRID NICOLLY OLIVEIRA LYRA
HELOÍSA HELENA VASCONCELOS DE AQUINO

Resumo
O conhecimento de determinadas propriedades de uma bacia hidrográfica é indispensável para o desenvolvimento de métodos de planejamento e conservação dessas áreas, neste estudo destacam-se as características físicas. Portanto, objetivou-se delimitar e analisar morfometricamente a sub-bacia do rio Jaguarema, localizada na bacia do Rio Anil. A partir da utilização do software Qgis aliado ao plugin TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models) foi possível analisar os dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) e delimitar a sub-bacia. As análises morfométricas foram baseadas em critérios como área, perímetro, coeficiente de compacidade, entre outros, oriundos da metodologia proposta por diferentes autores como Horton (1945), Strahler (1952) e Christofoletti (1970). Os resultados demonstraram que, no geral, a sub-bacia possui um formato alongado e relevo suave ondulado em grande parte da área (62,5%). Em relação à drenagem, foi caracterizada como pouco ramificada, apresenta um resultado de 5km^2 para o parâmetro de frequência de rios, o que significa baixa capacidade para geração de novos canais. A associação dos resultados obtidos, permitiram admitir pequena suscetibilidade para a ocorrência de eventos extremos como enchentes e inundações, entretanto, conforme os resultados, salienta-se a necessidade de novos estudos para a proteção dos canais existentes.

Palavras-Chave: Geotecnologias; Planejamento Ambiental; Gestão Territorial.

Abstract
The knowledge of certain properties of a sub-basin is indispensable for the development of methods of planning and conservation of these areas, in this study the physical characteristics were the most relevant. Therefore, the objective was to delimit and morphometrically analyze the Jaguarema River sub-basin, located in the Anil River basin. Using the Qgis software combined with the TauDEM plugin (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models) it was possible to analyze the Digital Elevation Model (MDE) and delimit the sub-basin. The morphometric analyzes were based on some criteria such as area, perimeter, compactness coefficient, among others, from the methodology proposed by different authors such as Horton (1945), Strahler (1952) and Christofoletti (1970). The results showed that, in general, the sub-basin has an elongated shape, and smooth wavy relief in a large part of the area (62.5%). Regarding drainage, demonstrated a low amount of branches, presenting a result of 5 km^2 for the river frequency parameter, which means reduced capacity for generating new channels. The association of the results obtained, allowed to admit a low susceptibility for the occurrence of extreme events like floods, however, according to the results, the need for further studies to protect the existing channels is emphasized.

Keywords: Geotechnologies; Environmental Planning; Territorial management.

1. Introdução

As bacias hidrográficas são importantes unidades de paisagem que, estrategicamente, contribuem para o planejamento e gestão ambiental dos recursos hídricos e consequentemente da área associada a estes recursos. Dessa forma, percebe-se que vários são os conceitos com diferentes enfoques, conforme Barella (2001) citado por Teodoro et. al (2007), caracterizam-se como terras drenadas por um rio e seus tributários, em que os divisores de água se encontram nas áreas elevadas do relevo, permitindo que as águas advindas da chuva escoem superficialmente e formem rios ou riachos, ou infiltrem no solo dando origem a nascentes.

Estas unidades passaram a ser entendidas como instrumentos de gestão estratégico para planejamento e controle dos recursos hídricos de forma integrada a partir da Lei n° 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Neste sentido, a bacia hidrográfica, se constitui a unidade de caracterização, diagnóstico, planejamento e gestão ambiental (ARAÚJO; TELES; LAGO, 2020). Para alcançar esta gestão, é necessário o entendimento das questões relativas à dinâmica ambiental em âmbito local e regional, para tanto, a caracterização morfométrica é um dos primeiros e comuns procedimentos a serem executados nas análises hidrológicas ou ambientais (TEODORO et. al, 2007).

Levando em consideração o contexto da área escolhida, é imprescindível dizer que o avanço dos processos de urbanização, caracterizados principalmente pelo uso e ocupação do solo de forma desordenada, tornam as áreas de cobertura vegetal bastante reduzidas, acarretando em modificações e consequências severas. No município de São Luís, a bacia hidrográfica do rio Anil, onde localiza-se a área de estudo, é formada por vários afluentes que também sofreram processo de degradação. Dentre esses afluentes, um dos mais afetados foi o Rio Jaguarema, onde por meio da Lei nº 4.770 de 22 de março de 2007 (SÃO LUÍS, 2007), foi criada uma Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE, com intuito de conservar os seus recursos naturais (fauna, flora, solo), especialmente as nascentes.

Diante desse cenário, a caracterização morfométrica é de fundamental importância como subsidio para planejamento dessas áreas com a finalidade de conservação ambiental e manutenção de produção de água em quantidade e qualidade. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo delimitar e caracterizar morfométricamente a sub-bacia do rio Jaguarema em São Luís/MA de forma a subsidiar ações que promovam o adequado planejamento e gestão para este espaço.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A sub-bacia do Rio Jaguarema encontra-se localizada na bacia hidrográfica do Rio Anil, no município de São Luís, Maranhão (Figura 1), a bacia estende-se pela porção noroeste do referido município, entre as coordenadas 02°29"S, 44°12"W e 02°34"S, 44°18"W, fazendo limite com as seguintes bacias: litorânea, ao Norte; Bacanga, ao Sul; rio Paciência, a Leste e com a baía de São Marcos, a Oeste. (LABOHIDRO, 2003 apud COELHO; CASTRO, 2018).

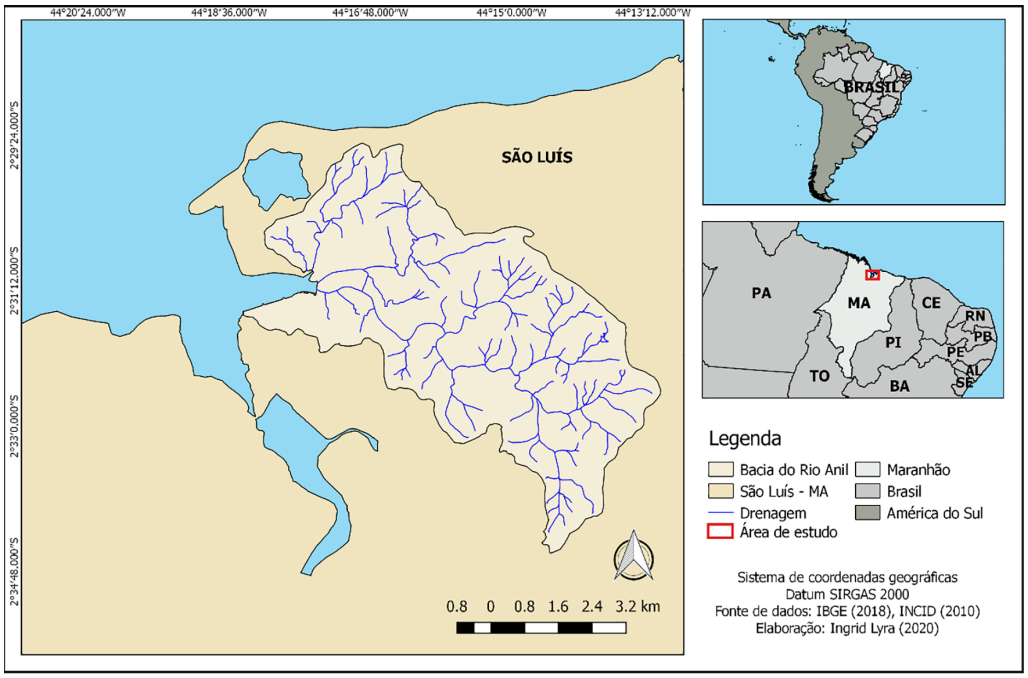


Figura 1: Bacia do Rio Anil.
Fonte: Autoria própria.

2.1 Procedimentos para delimitação da sub-bacia

As análises desenvolvidas em ambiente computacional foram realizadas a partir do software livre Qgis versão 2.18 aliado ao plugin TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models) que permite a execução de estudos hidrológicos a partir de uma série de ferramentas. Utilizou-se como dado a carta 02S45_ZN referente ao Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pelo qual fornece dados SRTM reamostrados de 90m para 30m em um projeto conhecido por Topodata (Valeriano, 2005).

De posse do MDE, foi necessário fixar o sistema de referência, em seguida reprojetá-lo para a projeção cartográfica UTM – Zona 23s, Datum SIRGAS 2000. A partir disto, realizou-se o recorte do MDE utilizando o polígono da Bacia do Rio Anil oriundo do Instituto da Cidade Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural – INCID, prefeitura de São Luís - MA/2014. Para facilitar e obter resultados mais precisos no processo de delimitação da sub bacia, optou-se por modificar os dados do tipo float (ponto flutuante), dessa forma, converteu-se os dados de altimetria que inicialmente demonstravam valores fracionários para valores inteiros.

O processo de delimitação compreende o uso de distintas operações oriundas, neste caso, do plugin TauDEM. A metodologia utilizada para o alcance dos resultados refere-se ao procedimento discutido por Santos (2015). O processo inclui os seguintes algoritmos e funções: Pit remove (Remove lacunas no MDE); D8 Flow direction (Mapeia o escoamento da água); D8 Contributing area (Determina o limite da bacia a partir do ponto de escoamento); Stream Definition by Threshold (Gera a rede de drenagem); Stream Reach and Watershed (Gera as microbacias). Após a execução do último algoritmo é possível editar a hierarquia dos canais, a simbologia das microbacias e da drenagem.

2.2 Critérios para caracterização morfométrica da sub-bacia

As análises das características morfométricas são de grande relevância para o conhecimento

da dinâmica hidrológica dessas áreas. A partir das informações alcançadas por meio desta caracterização é possível obter auxílios para desenvolver métodos de planejamento e assim conservar as características destes recursos. Percebe-se que um dos primeiros estudos que relatam parâmetros morfométricos são baseados na metodologia de Horton (1645), em seguida apresentam-se os estudos de Strahler (1952 e 1956) e outros como o de Schumm (1956) e Christofoletti (1970).

Inicialmente para caracterizar fisicamente a sub-bacia do rio Jaguarema escolheu-se as variáveis que definem a dimensão da sub-bacia, tais como área (A), perímetro (P), Comprimento (L), fator de forma (Ff) e outros. Além disto, procurou-se estabelecer outras características, que são relativas à drenagem e ao relevo através de diferentes critérios como a densidade de drenagem (Dd), frequência de rios (F), gradiente de canais (Gc), orientação das vertentes e outros que podem ser observados nas tabelas a seguir (Quadro 1 e 2). Todos os parâmetros escolhidos estão baseados nos estudos desenvolvidos pelos seguintes autores: Horton (1945), Schumm (1956), Strahler (1958), Villela e Matos (1975), Castro e Lopes (2001), Granell-Perez (2001), Tonello (2005), Lima (2006), Florenzano (2008), Rodrigues et al (2011).

Quadro 1: Variáveis para caracterização dimensional.

Variável	Fonte	Conceito	Fórmula
Área (A)	Tonello (2005)	Toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial inclusa entre seus divisores topográficos.	-
Perímetro (P)	Tonello (2005)	Comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas.	-
Comprimento da sub-bacia (C)	Lima (2006)	Maior extensão na direção longitudinal.	-
Largura da sub-bacia (L)	Lima (2006)	Maior extensão na direção transversal.	-
Largura média da sub-bacia (Lm)	Villela e Matos (1975)	Divisão da área pelo comprimento da sub-bacia.	-
Comprimento da rede de drenagem (Cr)	Horton (1945)	Comprimento total dos seguimentos de rios que formam a sub-bacia.	-
Coeficiente de compacidade (Kc)	Villela e Matos (1975)	Relação entre perímetro e círculo de área igual a da bacia.	$Kc = 0,28*P / \sqrt{A}$
Fator de forma (Ff)	Villela e Matos (1975)	Relação entre a largura média e o comprimento da sub-bacia.	$Ff = A / L^2$
Índice de circularidade (In)	Tonello (2005)	Tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular.	Ic = (12,57*A) / P2

Fonte: Adaptado de Horton (1945), Villela e Matos (1975), Tonello (2005) e Lima (2006).

Quadro 2: Características de Drenagem e Relevo.

Variável	Fonte	Conceito	Fórmula
Densidade de drenagem (Dd)	Vilela e Matos (1975)	Relação entre o comprimento total dos cursos d'água e a área total da sub-bacia.	Dd = L / A
Frequencia de rios (F)	Horton (1945)	Relação entre número de segmentos de rios e área da sub-bacia.	F = Nt / A
Coeficiente de manutenção (Cm)	Schumm (1956)	Área necessária para manter perene cada metro de canal de drenagem.	Cm = (1/ Dd)*1000
Ordem dos cursos d'água	Strahler (1952)	Dois rios de ordem n dão lugar a um rio de ordem n+1.	-

Altitude média	Rodrigues et al (2011)	Relação entre o ponto médio, a área entre duas curvas de nível consecutivas e a área da bacia.	Zm = ∑Z*A/A
Altura média	Rodrigues et al (2011)	Relação entre altitude média e altitude mínima.	H = Z - Zmin
Amplitude altimétrica	Castro e Lopes (2001)	Diferença altimétrica entre a foz e a maior altitude da sub-bacia.	Hm: Hmax - Hmin
Declividade média	Granell-Pérez (2001)	Soma dos comprimentos das curvas de nível, a equidistância e a área total da sub-bacia.	Dm: ∑L. Δh/A*100
Relação de relevo (Rr)	Schumm (1956)	Relação entre a amplitude altimétrica da bacia e o comprimento do canal principal.	Rr: Hm/Lc
Gradiente de canais (Gc)	Horton (1942)	Relação entre a altitude máxima da bacia e o comprimento do canal principal.	Gc: Am/Lc

Fonte: Adaptado de Horton (1942), Schumm (1956), Castro e Lopes (2001), Granell-Pérez (2001), Florenzano (2008) e Rodrigues et al (2011).

3. Resultados e Discussão

3.1 Delimitação da sub-bacia do rio Jaguarema

A metodologia abordada a partir da utilização do software Qgis demonstra significativo desenvolvimento das geotecnologias no âmbito dos trabalhos relativos à vertente ambiental, especificamente quanto à gestão dos recursos hídricos. Além disso, o surgimento de extensões como o TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models), desenvolvidas exclusivamente para sistemas de informações geográficas (SIG), possibilitam ainda mais a automatização da produção de estudos hidrológicos em diferentes níveis de complexidade.

As análises que ocorreram no software utilizado foram iniciadas com o objetivo de obter a delimitação da sub-bacia do rio Jaguarema. Este processo inclui desde a preparação do modelo digital de elevação (MDE), até a execução de comandos estabelecidos pela extensão adicionada ao ambiente SIG. A partir disto, foi possível obter informações precisas como o escoamento da água, rede de drenagem de toda a extensão da bacia hidrográfica, além da própria poligonização da sub-bacia e microbacias decorrentes principalmente da definição de um ponto de exutório específico (Figura 2).

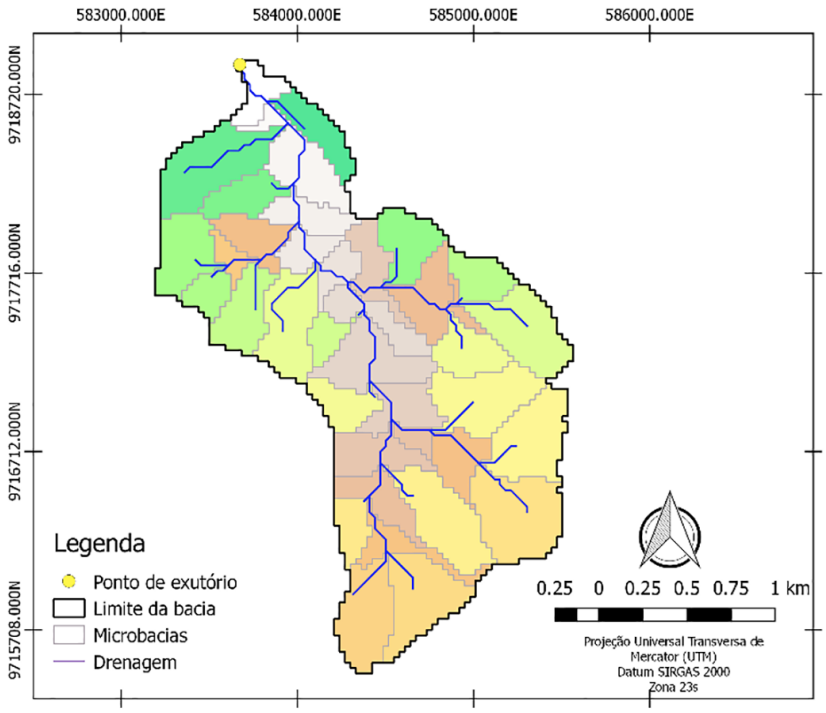


Figura 2: Sub-bacia do rio Jaguarema.

Fonte: Autoria própria.

3.2 Análise morfométrica da sub-bacia

Para iniciar as análises, é importante compreender que essas investigações estão associadas não somente às características geométricas da sub-bacia, mas também relacionam-se com uma caracterização específica do relevo e da drenagem. Dessa forma, optou-se por discutir esses dados de forma categorizada, a tabela abaixo demonstra apenas os resultados obtidos para as variáveis dimensionais (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados das variáveis dimensionais.

Variável	Resultado
Área (A) km²	4
Perímetro (P) km	12,6
Comprimento da sub-bacia (C) km	3,51
Largura da sub-bacia (L) Km	2,07
Largura média da sub-bacia (Lm) km²	1,14
Comprimento da rede de drenagem (Cr) km	10,57
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,76
Fator de forma (Ff)	0,32
Índice de circularidade (In)	0,32

Fonte: Autoria própria.

A sub-bacia apresentou uma área total de 4 km e perímetro de 12,6 km. Observa-se que todos estes dados possuem determinada relevância para o entendimento hidrológico do local, a área, por exemplo, exerce influência sobre a quantidade de água e escoamento. O conhecimento destas variáveis, além de outras como a largura e largura média da bacia demonstradas no quadro anterior, possibilitaram a realização de um estudo aprofundado, de forma que, através

dos resultados obtidos para as variáveis de coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidade, foi possível caracterizar a geometria da bacia e indicar a possibilidade de grandes enchentes ou ainda suscetibilidade a cheias em condições normais de precipitação.

As últimas variáveis mencionadas foram analisadas conforme a classificação de Villela e Matos (1975) e Tonello (2005). A partir do valor obtido através do coeficiente de compacidade (1,76), constatou-se que a sub-bacia analisada afasta-se da possibilidade de similaridade com um círculo, uma vez que, conforme Villela e Mattos (1975), neste parâmetro, a irregularidade da bacia está associada a um valor notavelmente maior que 1.

Os resultados relativos aos parâmetros fator de forma (0,3247) e índice de circularidade (0,3167), pelo qual comparam a bacia com a geometria de um retângulo e círculo, respectivamente, também representaram valores baixos que apontam para um formato mais alongado. Portanto, nestes aspectos, a sub-bacia torna-se menos suscetível a eventos extremos como enchentes e inundações.

No que se refere as variáveis relacionadas à drenagem, buscou-se conhecer o grau de desenvolvimento da sub-bacia em relação às características deste fator através de parâmetros como frequência de rios, densidade de drenagem, hierarquização de canais e coeficiente de manutenção. Além disto, realizou-se uma especificação sobre a quantidade de segmentos e comprimento de cada curso d'agua. Os resultados obtidos são úteis para tomar conhecimento acerca da velocidade do escoamento, eficiência do sistema de drenagem, entre outros.

O valor de densidade de drenagem está associado com a eficiência de drenagem na bacia, conforme a classificação de Villela e Mattos (1975), os valores obtidos estão padronizados entre 0,5 km/km^2 para bacias pouco drenadas até 3,5 km/km^2 ou um valor maior para aquelas que possuem boa drenagem. A densidade encontrada de 2,6 km/km^2 para a sub-bacia do rio Jaguarema demonstra que a mesma pode ser classificada como uma sub-bacia de capacidade de média drenagem.

O outro parâmetro a ser estudado é o de frequência de rios, este está relacionado principalmente com a quantidade de cursos d'agua existentes e a geração de novos. De acordo com a padronização adotada por Canali e Oka-Fiori (1987), os valores encontram-se entre 3,50 – 6,50 para baixa densidade de rio, 6,50 – 9,50 para média e alta entre 9,60 a 12,50. Dessa forma, é possível considerar que a sub-bacia estudada apresenta baixa densidade de rios (5,0 km^2), tendo capacidade baixa para geração de novos canais.

O coeficiente de manutenção, conforme Schumm (1956), é utilizado para conhecer a quantidade mínima de área para manter 1 m de canal de escoamento, portanto, através deste resultado poderão ser realizadas análises acerca do balanço hidrodinâmico da sub-bacia. Para a sub-bacia estudada, é necessário, não menos que 378,4 m^2 de área de drenagem para manutenção de um metro de canal.

Em relação a ramificação, a partir das análises automáticas realizadas no software levando em consideração a classificação de Strahler (1952), constatou-se que a sub-bacia do rio Jaguarema pode ser considerada como de 3 ordem, sendo pouco ramificada. Além destas análises, também realizou-se estudo acerca das principais características relevo. A produção de mapas específicos, possibilitou o alcance de resultados para parâmetros como a altitude, altura média, amplitude altimétrica entre outros demonstrados na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados relacionados ao relevo.

Variável	Resultado
Altitude Média (m)	25,5
Altura Média (m)	22,5

Amplitude Altimétrica (m)	49
Declividade média (%)	4,9
Orientação das vertentes	-
Relação de relevo (Rr) (m/km)	19,6
Gradiente de canais (Gc) (m/km)	20,8

Fonte: Autoria própria.

Através da construção do mapa hipsométrico foi possível extrair diferentes e relevantes dados para o conhecimento do relevo da sub-bacia. Obter informações como a altitude média, por exemplo, é importante pois a partir dos valores obtidos é admissível dizer onde há mais ou menos radiação solar, de forma que seja possível associar este parâmetro com questões ligadas ao ciclo hidrológico, como a evapotranspiração e a precipitação. O mapa abaixo representa as classificações obtidas para as altitudes da sub-bacia do rio Jaguarema (Figura 3).

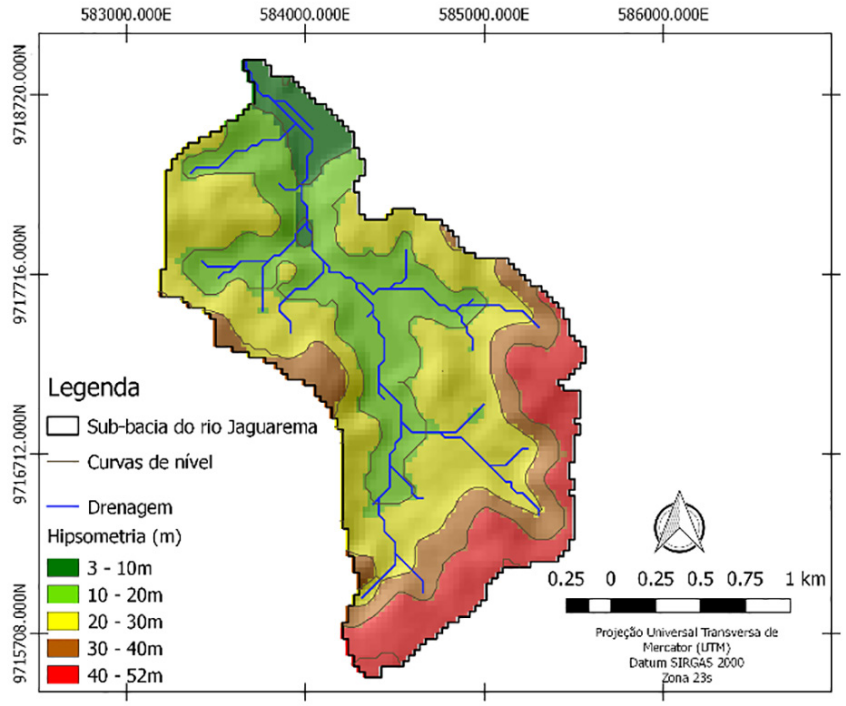


Figura 3: Mapa de Hipsometria.

Fonte: Autoria própria.

No mapa anterior é possível observar que as áreas que apresentam maior altitude estão representadas com a coloração vermelha e as de menor altitude pela cor verde. A altitude para a área variou entre 3 a 52 m, o que significa que, no geral, o relevo não possui características extremamente sinuosas. A classificação indicou que há predominância de altitudes entre 20 a 30m, pois compreende 37,5% da área (1,5 km^2).

A partir da geração da curva hipsométrica encontrou-se dados como a altitude média (25,5 m), altura média (22,5) e amplitude altimétrica (49m). Alguns destes dados, são essenciais na definição da relação de relevo, por exemplo, pois considera uma relação existente entre a maior extensão da sub-bacia e a amplitude altimétrica, além do gradiente de canais que relaciona a extensão com a altitude máxima.

O valor obtido para a relação de relevo foi de 19,6 km, é possível dizer que este número

representa a média da inclinação do terreno da sub-bacia. Para o parâmetro de gradiente de canais, obtido através das classificações e fórmula de Horton (1945), o resultado é de 0,02 % e indica baixa declividade do canal principal, o que em conjunto com as outras informações obtidas, realça mais uma vez que o relevo e a rede de drenagem da área não apresentam relevo sinuoso, portanto, sendo considerada relativamente plana, com baixa velocidade no escoamento. Por fim, para completar o estudo e conhecer a declividade média, construiu-se o mapa de declividade da área (Figura 4).

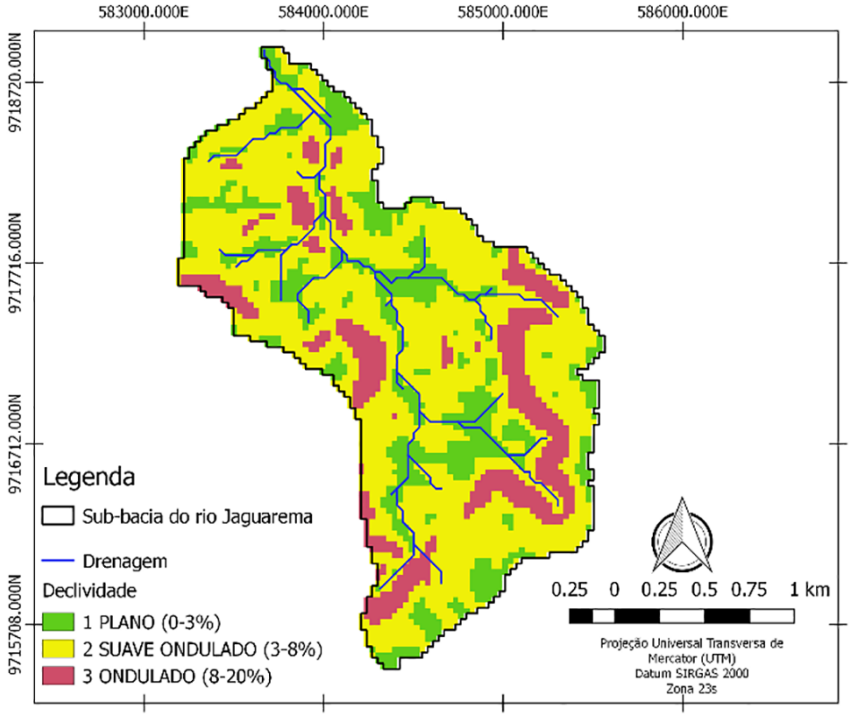


Figura 4: Mapa de declividade.

Fonte: Autoria própria.

A declividade refere-se à inclinação que o terreno apresenta levando em consideração um plano horizontal, no mapa acima está expressa em porcentagem, mas frequentemente também é vista representada em graus. Dada as características do relevo da sub-bacia, foi possível classificar a declividade apenas em 3 categorias: plano (0 – 3%), suave ondulado (3-8%) e ondulado (8 – 20%). As classes de relevo plano e suave ondulado representaram 22,5% e 62,5% da área total, respectivamente. Por fim, entende-se que estes valores corroboram com a ideia de que a sub-bacia, apesar de apresentar porcentagens para um relevo ondulado, possui em sua grande parte relevo suave ondulado, o que em conjunto com as outras informações obtidas, não configura características possíveis para riscos de grandes índices de erosão ou ainda enchentes ou cheias.

4. Considerações Finais

A sub-bacia estudada localiza-se em uma das mais urbanizadas bacias hidrográficas de São Luís, e essa urbanização caracteriza-se, em grande parte, como resultado de uma ocupação não planejada. Em virtude das problemáticas existentes e da inegável importância de proteção das propriedades naturais dos cursos d'água, a lei municipal n° 4770/07, estabeleceu como ARIE (Área de relevante interesse ecológico) as nascentes do rio Jaguarema, portanto, de modo geral, entende-se que o estudo morfométrico realizado possibilita maior conhecimento acerca de como

a sub-bacia se comporta, além de auxiliar no planejamento e criação de projetos de proteção e recuperação dessas áreas. Além disso, é importante citar que os resultados aqui encontrados poderão servir como possibilidade de aprofundamento em novos estudos a partir da integração de variáveis como uso e cobertura do solo, dinâmica socioambiental, qualidade da água, entre outras. Os principais dados encontrados demonstraram que:

1. A sub-bacia apresenta um formato alongado, o que a torna menos suscetível a enchente e inundações. Entretanto, é necessário ainda avaliar como a urbanização afeta essas características, de modo que possa ser um fator de indução a eventos extremos.
2. Apresenta média capacidade de drenagem, aliado a baixa geração de novos canais. Para a manutenção de um metro de canal, são necessários, no mínimo, 378.4 m^2 de área de drenagem.
3. A partir da classificação de Strahler (1975), constatou-se que a sub-bacia é de 3 ordem, sendo pouco ramificada.
4. A baixa declividade do canal principal e as outras características encontradas, realçaram a maior presença de um relevo relativamente plano, com menor velocidade de escoamento.

5. Referências

ARAÚJO, E. P de; TELES, M. G. L; LAGO, W. J. S. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4631-4638.

CANALI, N. E. & OKA-FIORI, C. Análise morfométrica da Rede de Drenagem da Área do Parque Marumbi – Serra do Mar (PR) – **Atas do III Simpósio Sul-Brasileiro de geologia**, Curitiba, 1987, v1, p. 21-40.

CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. **Recuperação e conservação de nascentes.** Viçosa, MG:CPT, 2001. 84p. (Série Saneamento e Meio Ambiente, n.26).

COELHO, K. K. F; CASTRO, A. C. L de. Mudanças socioeconômicas e ambientais da população ribeirinha na bacia hidrográfica do Rio Anil, São Luís-MA. Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Brasil, **Revista de Políticas Públicas**, vol. 22, núm. 2, 2018.

FLORENZANO, T. G (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GRANELL - PÉREZ, M, Del.C. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2001.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hidrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, p. 807-813, 1945.

LIMA, MÁRIO IVAN CARDOSO. Apostila: **análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico.** Belém – PA. 2006.

RODRIGUES, C.M; MOREIRA, M.; GUIMARÃES, R.C. **Apontamentos Para as Aulas de Hidrologia.** Universidade de Évora, Departamento de Engenharia Rural. 2011.

SÃO LUÍS. Lei nº 4.770/07, de 22 de março de 2007. **Declara como área de relevante interesse as áreas de influência das nascentes do rio Jaguarema, afluente do rio Anil, localizado no São Luís, Estado do Maranhão, e dá outras providências.** São Luís: Câmara Municipal, 2007.

SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, n. 67, p. 597-646, 1956.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Socity of America Bulletin**, 63, p.1117 – 1142. 1952.

STRAHLER, A. N. Dynamic basis of geomorphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 9, p. 923-938, 1952.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar,** [S. l.], v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.

TONELLO, Kelly Cristina. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.** 2005. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

Valeriano, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. 2005. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto XII, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3595-3602. CD-ROM, On-line. Disponível em:< http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.29.11.41/doc/3595.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2021.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

VIGILÂNCIA DE AGROTÓXICOS EM ÁGUAS DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO: CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS E BIBLIOGRÁFICAS

ANA RAINA CARNEIRO VASCONCELOS
ANA DÊGYLA CARNEIRO VASCONCELOS
FRANCISCO BRUNO MONTE GOMES
MARCUS VINICIUS FREIRE ANDRADE

Resumo
A contaminação dos recursos hídricos por resíduos de agrotóxicos é capaz de provocar sérios problemas para o ambiente, afetando a saúde pública. Os poucos dados de monitoramento e de fontes de programas que trabalham com esse tipo de contaminação expressam o quanto é preciso avançar em pesquisas. O estudo objetivou compreender os efeitos dos agrotóxicos no organismo humano, discutir o papel funcional dos órgãos em saúde pública e analisar o quantitativo de produções bibliográficas. A metodologia destacou-se como uma pesquisa básica/documental, quali-quantitativa, exploratória, com sistematização bibliométrica. As bibliografias indicam a presença de vários tipos de agrotóxicos em amostras de águas analisadas. No organismo humano, os agrotóxicos diluídos desencadeam doenças de natureza aguda a crônica. Concluiu-se que há uma relação direta entre o uso indiscriminado de diversos tipos de agrotóxicos e os impactos significativos na saúde pública, quando presentes nas águas de abastecimento para o consumo humano. Assim sendo, vigiar e monitorar a possível presença desses compostos nas águas de consumo humano através do Ministério da Saúde, Vigilância em Saúde Ambiental, instituições fomentadoras de pesquisas científicas são fundamentais para o fortalecimento das ações e mudança de posturas.

Palavras-Chave: Água de consumo; Contaminantes; Vigilância ambiental; Saúde.

Abstract
The contamination of water resources by pesticide residues is capable of causing serious problems for the environment, affecting public health. The little monitoring data and program sources that work with this type of contamination express how much research needs to be done. The study aimed to understand the effects of pesticides on the human body, discuss the functional role of organs in public health and analyze the number of bibliographic productions. The methodology stood out as a basic/documentary, quali-quantitative, exploratory research, with bibliometric systematization. The bibliographies indicate the presence of various types of pesticides in the analyzed water samples. In the human organism, diluted pesticides trigger diseases of an acute to chronic nature. It was concluded that there is a direct relationship between the indiscriminate use of different types of pesticides and the significant impacts on public health, when present in water supply for human consumption. Therefore, to monitor and monitor the possible presence of these compounds in water for human consumption through the Ministry of Health, Environmental Health Surveillance, institutions that promote scientific research are fundamental for strengthening actions and changing attitudes.

Keywords: Drinking water; Contaminants; Environmental surveillance; Health.

1. Introdução

A água é um dos recursos naturais que mais se relaciona com todo o desenvolvimento da civilização humana, desde a utilização agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos praticados em qualquer sociedade. É indispensável, seja como componente bioquímico de seres vivos, fonte vital e também como elemento de produção de bens de consumo (GOMES, 2011).

Os diferentes estudos realizados, ao longo do tempo dentro da temática água, tem sempre destacado preocupações aos elevados índices de poluição e contaminação, pelos quais esse recurso está submetido. Assim, o controle dos poluentes é algo extremante importante para garantir qualidade ambiental e manutenção da saúde das pessoas. Um dos contaminantes que tem ganhado destaque nesse processo de investigação são os agrotóxicos.

Os agrotóxicos são produtos conhecidos como pesticidas, praguicidas, produtos fitossanitários, defensivos agrícolas, agroquímicos, desinfetantes, biocidas, fertilizantes, entre outros. São substâncias ou misturas químicas, utilizadas na agricultura e na saúde pública, a fim de prevenir, destruir, repelir ou inibir a ocorrência ou efeito de organismos vivos capazes de prejudicar as lavouras agrícolas e a saúde humana, tais como: ervas daninhas, insetos, fungos, ácaros, algas, roedores e outros (SILVA; COSTA, 2011; SPADOTTO *et al.,* 2004).

A lei dos agrotóxicos (7.802/1989) pontua também que podem ser substâncias com propriedades para efetivar processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas, ambientes urbanos, hídricos e industriais. A finalidade desta lei é focar na flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 1989).

Historicamente, os agrotóxicos foram desenvolvidos durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) e extremamente utilizados na Segunda Guerra Mundial (1939-1945) como armas químicas. Após o fim da guerra, passaram a ser utilizados como defensores agrícolas, sendo amplamente utilizados durante a "revolução verde", que tinha como objetivo aumentar a produção de alimentos para combater a fome estabelecida na Europa no período pós-guerra (MELDAU, 2019).

A utilização desses produtos no Brasil tem início no período de 1960-1970, quando no campo constatava-se um progressivo processo de automação das lavouras, com o implemento de maquinário e uso de produtos agroquímicos na produção (PORTUGAL; SILVA, 2019; PERES, 1999). As mudanças tecnológicas e organizacionais fizeram com que a agricultura, atividade que anteriormente era voltada apenas ao consumo familiar, se convertesse em uma prática norteada para a produção comercial (RUVIARO; NEDEL, 2017).

A problemática da contaminação da água com agrotóxicos é complexa, pois os efeitos colaterais do consumo de água contaminada dependem da concentração desses compostos nessa matriz. Entretanto, dados de monitoramento e a baixa existência de fontes oficiais e de programas que trabalham com esse tipo de contaminação expressa o quanto é preciso avançar em pesquisas (GOMES, 2014; CARNEIRO *et al*.,2012).

Diante disso, o presente estudo tem como finalidade compreender os efeitos dos agrotóxicos no organismo humano, discutir o papel funcional dos órgãos em saúde pública responsáveis pela fiscalização e monitoramento desses compostos nas águas de abastecimento e analisar o quantitativo de produções bibliográficas publicados para o tema em questão.

2. Materiais e Métodos

Em relação aos métodos, o presente estudo determina-se como uma pesquisa básica e documental, quanto à natureza; quali-quantitativa, quanto à abordagem do problema;

exploratória, quanto aos objetivos; e do tipo bibliográfica, quanto aos procedimentos técnicos complementada com uma sistematização bibliométrica.

Diante da importância da análise espacial nas abordagens entre agrotóxicos e sua possível presença no organismo humano e nas águas de consumo humano, realizou-se um panorama da contribuição científica brasileira dessa relação para os últimos dez anos (2010 – 2020).

Com esse delineamento, foram realizadas buscas no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), entre julho-setembro de 2020, com o seguinte comando: "agrotóxicos" *and* "saúde pública"; "agrotóxicos" *and* "água de consumo humano", nos idiomas português e inglês. Os dados da amostra de publicações foram organizados e tabulados com o auxílio do software Microsoft Office Excel 2020.

3. Resultados e Discussão

3.1 Efeitos dos agrotóxicos no organismo humano.

Ferreira (2014) afirma que há uma considerável variação no momento de estabelecer uma classificação adequada para os reais tipos de agrotóxicos. Entretanto, alguns são comumente adotados pela comunidade científica, levando em consideração os alvos preferenciais sobre os quais devem atuar. Podem ser citados os pesticidas (combate pragas em geral), fungicidas (age sobre fungos), herbicidas (impede o crescimento de ervas daninhas), rodenticidas (combate ratos e roedores em geral), acaricidas (extermina ácaros), molusquicidas (age sobre moluscos e o caramujo da esquistossomose), algicidas (elimina algas), nematicidas, fumigantes, e reguladores/inibidores de crescimento. Além dessas categorias, a classe química, pelas quais, pertencem são: organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, triazinas, dentre outros. Assim sendo, o grau toxicológico, junto com testes laboratoriais são de extrema importância (ANVISA, 2014).

De acordo com a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS, 1996), os agrotóxicos, podem ser absorvidos por via digestiva ou respiratória e desencadear efeitos variados na saúde humana, de natureza aguda, subaguda ou crônica. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), são registradas 20 mil mortes por ano devido o consumo de agrotóxicos. A exposição pode causar uma série de doenças, dependendo do produto utilizado, do tempo de exposição e quantidade de produto absorvido pelo organismo. Nesse processo de contaminação exógena, os principais afetados são os **agricultores e trabalhadores das indústrias de agrotóxicos**, que sofrem diretamente os efeitos do produto durante a manipulação e aplicação. Toda **a população** está susceptível a exposições múltiplas a agrotóxicos, por meio de consumo de alimentos e água contaminados. Gestantes, crianças e adolescentes também são considerados um grupo de risco devido às alterações metabólicas, imunológicas ou hormonais presentes nesse ciclo de vida (INCA, 2019).

Segundo o Ministério da Saúde, cerca de 500 mil pessoas são contaminadas por agrotóxicos a cada ano no Brasil, tendo aproximadamente quatro mil mortes por ano. Esse ministério aponta que os brasileiros ingerem alimentos com resíduos de agrotóxicos acima do limite permitido e consomem substâncias tóxicas não autorizadas (GOMES *et al.,* 2020).

É notório concluir que ainda há muitas lacunas de conhecimento quando se trata de avaliar a multivariada exposição ou a exposição combinada a agrotóxicos (seja através de alimentos ou por condicionantes ambientais, à exemplo da água de consumo). Ressalta-se a importância dos órgãos em saúde e ambientais no processo de elaboração em modelos de avaliação de risco para análise, a fim de compreender as consequências e agravos das exposições a um princípio ativo ou produto formulado. As populações estão expostas a misturas de produtos tóxicos cujos efeitos

sinérgicos são desconhecidos, não levados em consideração ou simplesmente não registrados nas estatísticas (CARNEIRO *et al.,* 2015).

3.2 Perspectiva da vigilância da água de consumo humano: uma visão relacionada à exposição aos agrotóxicos.

Segundo a UNESCO (2019), estima-se que 633 milhões de pessoas no mundo continuam sem acesso a uma fonte de água potável e **40%** da população mundial viverão em áreas com pouco acesso à água até em 2050. Segundo o Instituto Trata Brasil (2017) e SNIS (2017), cerca de 33 milhões de brasileiros ainda não têm acesso à água canalizada. A região nordeste possui o maior quantitativo, se comparado com as outras regiões para esta categoria, com 14 milhões de pessoas. No Estado do Ceará, de acordo com dados revelados, a população sem acesso à água corresponde a uma parcela de 3.223.256 (36,7%) da população total.

Nesse contexto, a Vigilância em Saúde Ambiental acessa como importante órgão público para efetivar a garantia de água com qualidade sanitária (que não é uma missão tão fácil de ser alcançada, há grandes desafios de ordem política, econômica, educacional e social). Esse órgão desenvolve e coordena o Programa Nacional de Vigilância da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA) como a principal estratégia de monitoramento dos poluentes. O VIGIÁGUA é organizado em nível nacional, regional e local com conjuntos de ações adotadas continuamente para garantir que a água que saia das estações de tratamento (ETA) seja consumida pela população com a total seguridade necessária. A Portaria de consolidação do Ministério da Saúde nº 5/2017, em seu anexo XX, atua como principal instrumento norteador para estabelecer os padrões necessários. Dessa maneira, a água que não atenda o padrão de potabilidade, ou de risco à saúde, será classificada como não potável.

As informações sobre os resíduos de agrotóxicos na água utilizada para abastecimento humano são esparsas e muitas Unidades da Federação (UFs) não contam com redes de monitoramento adequadas. Desse modo, a realização de um diagnóstico sobre o monitoramento de agrotóxicos na água para consumo humano no país constitui-se ainda em um desafio para o setor da saúde (SAÚDE, 2016). Embora a isso, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) demonstra que, diante dos municípios que registraram em algum momento, tem os agrotóxicos como principais causas de poluição/contaminação, somando-se ao esgoto sanitário e à destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

A Fiocruz (2019) divulgou levantamentos sobre a possível presença de agrotóxicos nas águas de abastecimento. Os estados onde observaram-se o maior número de municípios com agrotóxicos nas águas de abastecimento são: São Paulo (504 municípios), Paraná (326), Santa Catarina (228), Tocantins (121), Mato Grosso do Sul (65), Minas Gerais (50), Mato Grosso (30), Rio de Janeiro (10), Sergipe (15), Rio Grande do Sul (14) e Espírito Santo (8). O resultado é a presença de 27 agrotóxicos na água que abastece os estados e municípios brasileiros. A ideia é de que se pode ter uma diversificação dos agrotóxicos em um copo de água potável e ainda ela pode ser considerada potável, desde que esteja dentro dos valores máximos de resíduos estabelecidos no Brasil (Valor Máximo Permitido-VMP), cujos limites estão muito além do que a Europa permite.

O Ministério da Saúde (2020) aumentou de 27 para 37 o número de substâncias a serem testadas. As concessionárias são obrigadas por lei a testar a água para checar a presença desses agrotóxicos a cada semestre. Embora o número tenha aumentado, a Fiocruz recomendou ainda a inclusão de mais 35 substâncias. A fundação estabeleceu também uma redução geral nos valores máximos permitidos para o volume de cada agrotóxico na água, além da criação de um mecanismo para controlar a mistura de diferentes substâncias.

No Brasil, não há procedimentos de alerta para a detecção de agrotóxicos na água. As concessionárias não divulgam essas informações de forma clara para a população, nem mesmo quando são encontradas quantidades acima do VMP. A elaboração efetiva de um plano de amostragem pelos sistemas de abastecimento de água, estabelecendo cuidadosamente os parâmetros de agrotóxicos é extremamente necessária.

3.3 Produções bibliográficas relacionadas à exposição/presença dos agrotóxicos nas águas de abastecimento.

Em relação aos resultados quantitativos, tendo como base o marco temporal dos últimos dez anos (2010-2020) relacionados às pesquisas existentes e publicados no portal da CAPES, os periódicos.

No primeiro levantamento bibliométrico, perfazendo a relação entre agrotóxicos e água de consumo humano foram encontrados 219 artigos.

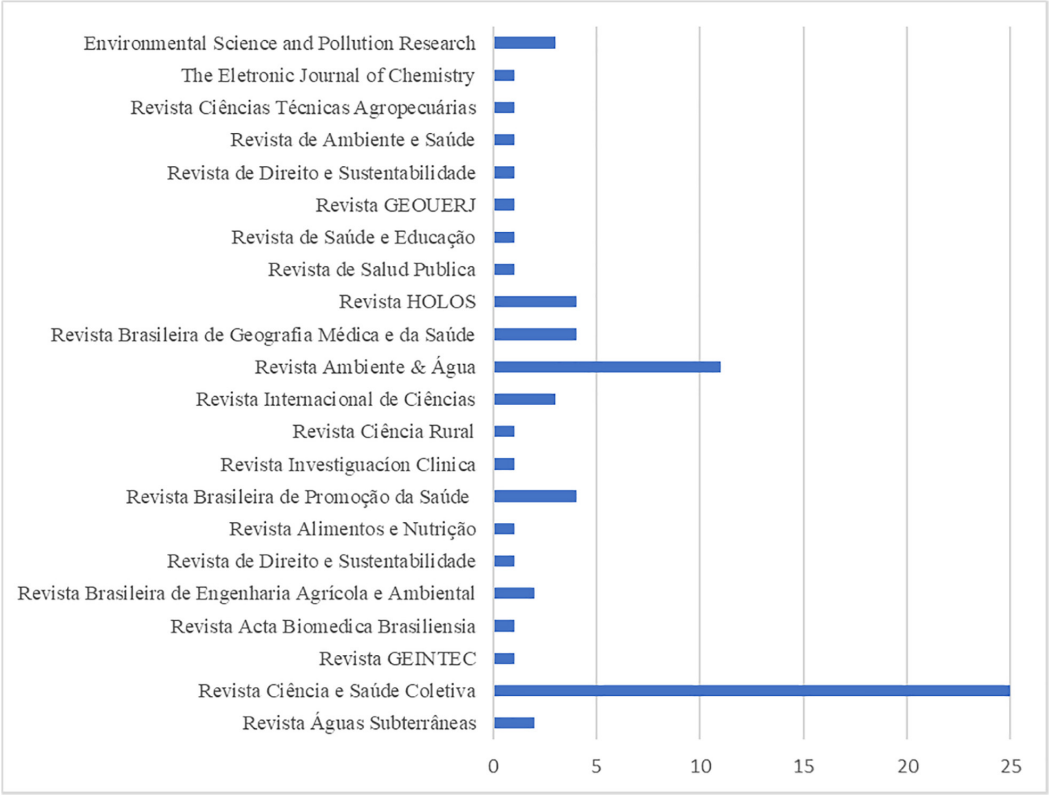


Figura 1: Periódicos da plataforma do Portal (2010-2020) com publicações em relação à agrotóxicos nas águas de consumo humano.

Fonte: CAPES (2020).

Após triagem para retirada de duplicidades e relacionando com as produções acadêmicas aos objetivos deste trabalho, 71 artigos apresentaram relação direta entre o aspecto relacional desejado, de acordo com a Figura 1.

No segundo levantamento bibliométrico, estabelecendo a relação entre agrotóxicos e saúdes públicas foram encontradas 339 artigos, conforme a Figura 2.

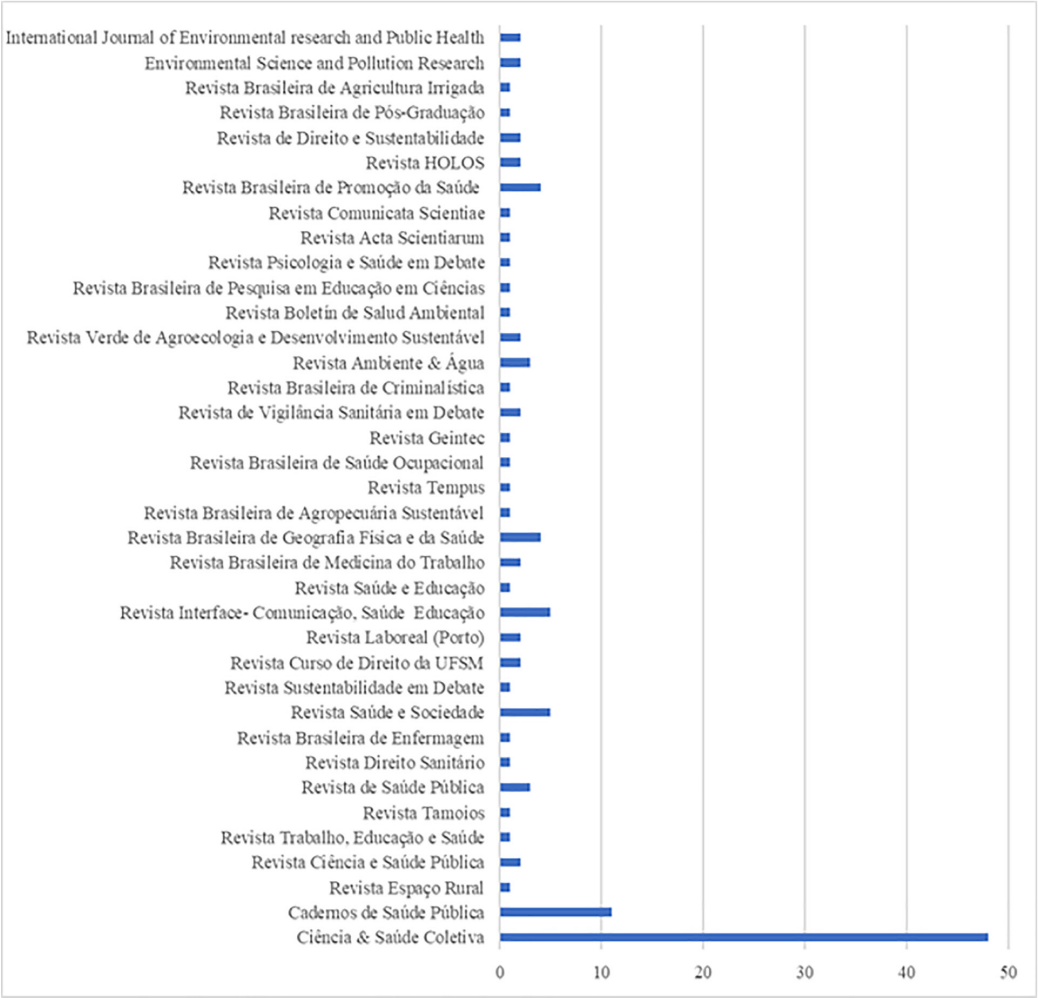


Figura 2: Periódicos da plataforma do Portal (2010-2020) com publicações em relação à agrotóxicos e impactos na saúde pública.
Fonte: CAPES (2020).

Nesse levantamento bibliométrico foi possível identificar que as publicações variaram ao longo dos anos, mas é possível destacar que nos últimos quatro anos houve um aumento significativo nos trabalhos científicos.

4. Considerações Finais

Foi possível concluir com o desenvolvimento do estudo que há uma relação direta entre o uso indiscriminado de diversos tipos de agrotóxicos quando presentes no organismo humano, causando assim impactos significativos na saúde pública. Condicionante esta fortalecida quando esses compostos também estão presentes nas águas de abastecimento para o consumo humano.

A contaminação dos recursos hídricos por resíduos de agrotóxicos é capaz de provocar sérios problemas para o ambiente aquático, afetando diretamente todos os organismos presentes no meio. Uma vez presentes nos mananciais de captação, acarretam dificuldades no tratamento da água em virtude da eventual necessidade de tecnologias mais complexas do que aquelas normalmente usadas. Com isso, a responsabilidades dos operadores de tratamento das águas aumentam diariamente.

As políticas públicas de vigilância e monitoramento atualmente estão centralizadas no

Ministério da Saúde, representado pelo departamento de Vigilância em Saúde Ambiental, do qual, através do programa VIGIÁGUA efetua em nível nacional estadual e municipal o acompanhamento de amostras das águas potáveis, investigando a presença ou ausência dos agrotóxicos. Contudo, não se descarta o fortalecimento e unificação junto a outras instituições, principalmente as realizadoras das pesquisas científicas no desenvolvimento de mais ações de verificação.

As crescentes taxas de intoxicações no Brasil, junto aos óbitos (o país é um dos maiores consumidores do mundo de agrotóxicos), fortalecem a importância de uma imediata mudança e postura dos gestores tomadores de decisão.

5. Referências

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa Conjunta ANVISA/IBAMA/SDA/MAPA nº 1, de 16 de junho de 2014**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos agricolas/agrotoxicos/legislacao. Acesso em: 07 de setembro de 2020.

BRASIL. **Lei n° 7.802, de 11 de julho de 1989.** Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de julho de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 01 de setembro de 2020.

CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L.G.S.; RIGOTTO, R.M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A.C. **Dossiê ABRASCO:** um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARNEIRO, F.F; RIGOTTO, R.M.; AUGUSTO, L.G.S.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A.C. **Dossiê ABRASCO-** Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. (Agrotóxicos, Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde). Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012.

FERREIRA, M. L.P. C. A pulverização aérea de agrotóxicos no Brasil: cenário atual e desafios. **Revista de Direito Sanitário**. São Paulo v.15 n.3, p. 18-45, nov, 2014.

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz. Contaminação da água potável por agrotóxico no Brasil é tema de audiência pública na Câmara dos Deputados em Brasília (DF). 2019. Disponível em: https://www.fiocruzbrasilia.fiocruz.br/contaminacao-da-agua-potavel-por-agrotoxico-no-brasil-e-tema-de-audiencia-publica. Acesso em: 26 de junho de 2019.

GOMES, A.M.S.; SILVA, J.M.; SANTOS, C.B. O uso indiscriminado de agrotóxicos e suas consequências na saúde humana e no ambiente: revisão bibliográfica. **Diversitas Journal,** n. 3, v. 5, p-1691-1706, 2020.

GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. (Org.) **Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2014. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/987245/1/Doc98.pdf. Acesso em: 25 de agosto de 2020.

GOMES, M.A.F. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã.** 2011. Disponível em: http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf. Acesso em: 23 de agosto de 2020.

INCA - National Cancer Institute. **Agrotóxico.** 2019. Disponível em: https://www.inca.gov.br/en/node/1909. Acesso em: 28 de setembro de 2020.

MELDAU, D. C. **Agrotóxicos em 2019 no portal de informação escola**. 2019. Disponível em: https://www.infoescola.com/ecologia/agrotoxicos/. Acesso em: 26 de agosto de 2019.

OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde. **Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Brasília: Opas/OMS, 1996.

PERES, F.; MOREIRA, J. C. (Org.). **É Veneno ou é Remédio?** Agrotóxicos, Saúde e Ambiente. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003, v. 15, p. 327-346.

PORTUGAL, T.R.; SILVA, L.M.C.; BRAZ, J. Análise do aumento dos registros de agrotóxicos e afins e as consequências para os recursos hídricos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v. 3, n. 3, p. 1183-1196, 2019.

RUVIARO, L.M.; NEDEL, N. K. **O manejo de agrotóxicos enquanto conduta impulsionadora do crescimento econômico ou do desenvolvimento sustentável.** 2017. Disponível em: http://www.unisul.br/wps/wcm/connect/b4874962-e0da-4853-9ce8780ef8d99df2/artigo_larissa_nathalie_ix- spi.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 04 de março de 2020.

SAÚDE - Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico**. v. 47, n°12. 2016. Disponível em: https://www.saude.gov.br/images/pdf/2016/marco/23/2015-052---Agrot--xicos-publica----o.pdf. Acesso em: 09 de agosto de 2020.

SILVA, M. F. O.; COSTA, L. M. A Indústria de Defensivos Agrícolas. **Química.** BNDES Setorial, v. 35, p. 233-276, 2011.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. **Monitoramento do Risco Ambiental de Agrotóxicos: Princípios e Recomendações**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 29 p, dez. 2004.

TRATA BRASIL. **Painel Saneamento Brasil, 2017.** Disponível em: https://www.painelsaneamento.org.br/. Acesso em: 26 de abril de 2019.

WHO-World Health Organization, UNICEF. **Joint monitoring program for water supply and sanitation. Progress on drinking water and sanitation**. Update, 2015.