



ORGANIZAÇÃO

FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO

AMAZÔNIA E PANTANAL: SUSTENTABILIDADE ENTRE DESAFIOS E ALTERNATIVAS



AMAZÔNIA E PANTANAL: SUSTENTABILIDADE ENTRE DESAFIOS E ALTERNATIVAS

FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO (ORG.)

MOSSORÓ, 2025



Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Reitora

Cicília Raquel Maia Leite

Vice-Reitor

Francisco Dantas de Medeiros Neto

Diretor da Editora Universitária da Uern (Eduern)

Francisco Fabiano de Freitas Mendes

Chefe do Setor Executivo da Editora Universitária da Uern (Eduern)

Jacimária Fonseca de Medeiros

Chefe do Setor de Editoração da Editora Universitária da Uern (Eduern)

Lindercy Francisco Tomé de Souza Lins



Conselho Editorial da Edições Uern

Edmar Peixoto de Lima

Filipe da Silva Peixoto

Francisco Fabiano de Freitas Mendes

Isabela Pinheiro Cavalcanti Lima

Jacimária Fonseca de Medeiros

José Elesbão de Almeida

Lindercy Francisco Tomé de Souza Lins

Maria José Costa Fernandes

Maura Vanessa Silva Sobreira

Kalidia Felipe de Lima Costa

Regina Célia Pereira Marques

Rosa Maria Rodrigues Lopes

Saulo Gomes Batista

Revisora:

Isa Vitória Duarte de Oliveira

Diagramação e capa:

Enne Yeriel Medeiros de Freitas

**Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

Amazônia e Pantanal: sustentabilidade entre Desafios e Alternativas. /Flávio Rodrigues do Nascimento. (org.). – Mossoró, RN: Edições UERN, 2025.

191 p.

ISBN: 978-85-7621-557-8.

1. Meio ambiente. 2. Recursos naturais. 3. Sustentabilidade. 4. Biomas Amazônia e Pantanal. I. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. II. Título.

UERN/BC

CDD 333.7

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| QUESTÕES AMBIENTAIS NOS BIOMAS AMAZÔNIA E PANTANAL – BASES FÍSICAS, DILEMAS E ALTERNATIVA PARA SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA E SOCIOECONOMICA | 6 |
| Flavio Rodrigues do Nascimento | 6 |
| O PARADOXO DO ACESSO À ÁGUA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E O DIREITO HUMANO À ÁGUA POTÁVEL..... | 16 |
| Carlos Alexandre Leão Bordalo..... | 16 |
| UNIDADES GEOAMBIENTAIS DA ZONA COSTEIRA PARAENSE : SUBSÍDIOS AOS PLANOS MUNICIPAIS DE GERENCIAMENTO COSTEIRO | 36 |
| Gilberto de Miranda Rocha..... | 36 |
| Érika Renata Pacheco Farias..... | 36 |
| Walber Lopes de Abreu..... | 36 |
| Carlos Eduardo Pereira Tamassauskas..... | 36 |
| AÇÕES INTEGRADAS E PROPOSITIVAS À GESTÃO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA ZONA COSTEIRA..... | 56 |
| Flávio Rodrigues do Nascimento | 56 |
| USO E COBERTURA DO SOLO ENTRE 2000 A 2021 NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UHE-BELO MONTE..... | 77 |
| Lucas de Oliveira Lima | 77 |
| Jose Antonio Herrera..... | 77 |
| VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA CARANÃ BOA VISTA-RR.... | 88 |
| Mayk Feitosa Santos | 88 |
| Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior..... | 88 |
| PRODUÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA - REDE FOTOVOLTAICA NO CAMPUS PARICARANA - BOA VISTA - RR | 102 |
| João Victor Silvestre da Silva Dias | 102 |
| Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior..... | 102 |
| PROGRAMA PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES POR DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL REDD+: UMA ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PROJETOS NO ESTADO DE RONDÔNIA | 112 |
| Bárbara Elis Nascimento Silva..... | 112 |
| Hemili Vitoria do Carmo Pimentel..... | 112 |
| Maria Madalena de AguiarCavalcante | 112 |
| RIO PARAGUAI: FEIÇÕES MORFOLÓGICAS E SEDIMENTAÇÃO ENTRE A FOZ DO RIO SEPOTUBA E A CIDADE CÁCERES, MATO GROSSO..... | 125 |
| Celia Alves de Souza..... | 125 |
| Sandra Baptista Cunha | 125 |
| Juberto Babilônia Sousa | 125 |
| Gustavo Roberto Santos Leandro..... | 125 |
| Flavio Rodrigues do Nascimento | 125 |
| Leila Nalis Paiva da Silva Andrade..... | 125 |
| COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRANCO, CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE..... | 142 |
| Josiel Dorriguette de Oliveira | 142 |
| Celia Alves de Souza..... | 142 |
| Juberto Babilônia de Sousa..... | 142 |
| Flavio Rodrigues do Nascimento | 142 |
| CÓRREGO SANGRAOURO: UMA RELEITURA DAS VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS E DA OCUPAÇÃO/USO DA TERRA EM CÁCERES, MATO GROSSO..... | 172 |
| Wellington Caetano de Campos | 172 |
| Leila Nalis Paiva da Silva Andrade | 172 |
| Flavio Rodrigues do Nascimento | 172 |
| Célia Alves de Souza..... | 172 |
| Gustavo Roberto dos Santos Leandro..... | 172 |

BIOMAS AMAZÔNIA E PANTANAL



QUESTÕES AMBIENTAIS NOS BIOMAS AMAZÔNIA E PANTANAL – BASES FÍSICAS, DILEMAS E ALTERNATIVA PARA SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA E SOCIOECONOMICA

Flavio Rodrigues do Nascimento

Introdução

Um dado Bioma é reconhecido por uma entidade biológica de vasta distribuição e por isso mesmo é considerado como o maior ecossistema passível de ser mapeado. Sendo para Odum e Barrett (2013. p.18) é ecossistema é “(...) qualquer unidade que inclui todos os organismos (a comunidade biótica) em uma dada área interagindo com o ambiente físico de modo que um fluxo de energia leve a estruturas bióticas claramente definidas e à ciclagem de materiais entre componentes vivo não vivos”.

Da Biosfera/escala planetária, para uma escala regional, um Bioma é a primeira subdivisão da Esfera de Vida, envolvendo grandes superfícies terrestres e que agrupam áreas com semelhante funcionamento ecológico e estrutura da fitogeográfica e ecológica. É portanto, um reflexo direto dos fatores climáticos e ação das condições morfoclimáticas (NASCIMENTO, 2023a; MUCINA, 2018).

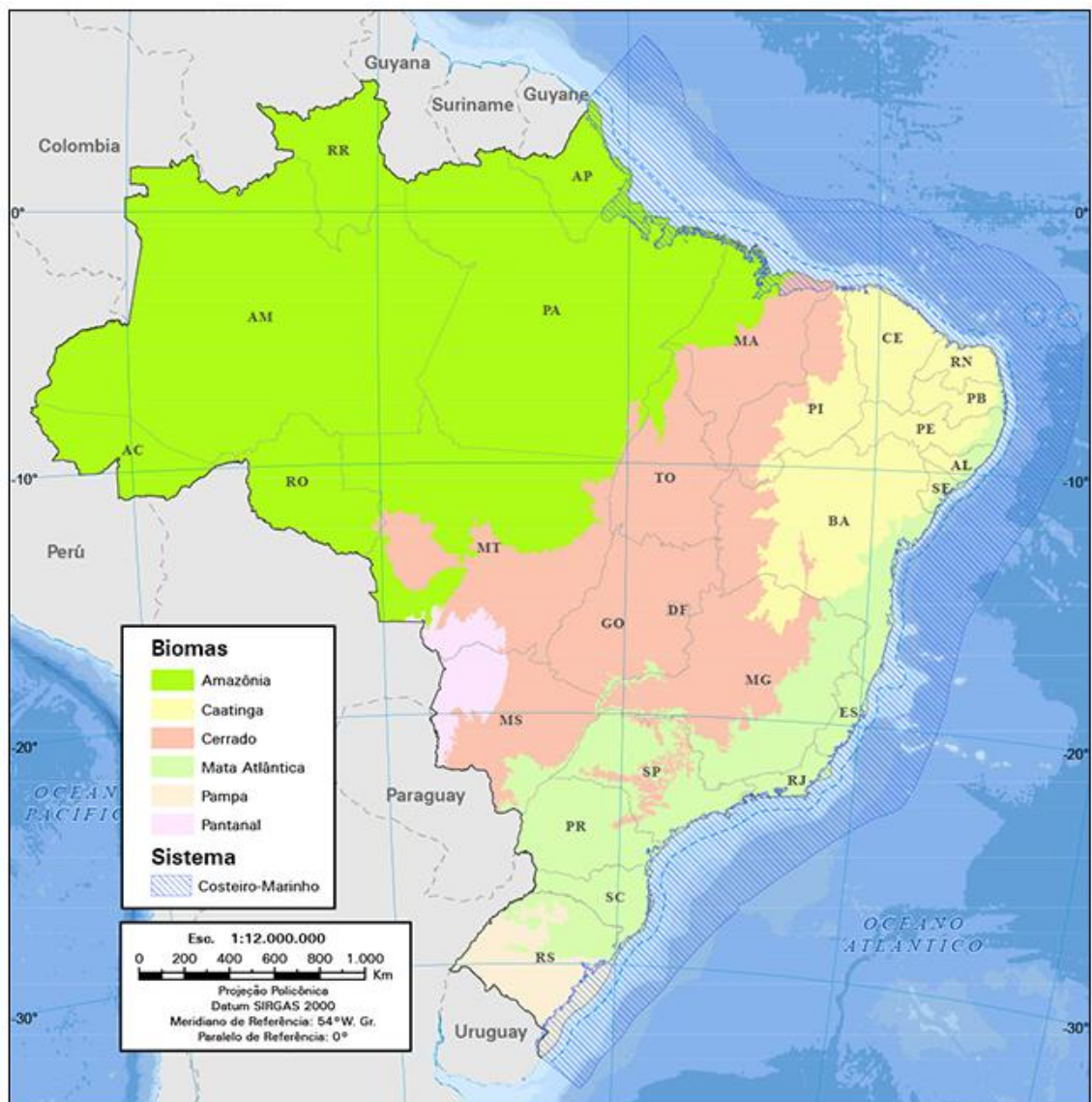
No Brasil, um dos maiores países intertropicais do Mundo, é possível correlacionar os diversos Domínios Fitogeográficos (Ab’Saber, 2003; *Brazil Flora Group*, 2015) aos Biomas. Portanto, em um dado Bioma estão inclusas as vidas animal e vegetal, determinados por agrupamentos similares de vegetação, com condições de clima e geologia semelhantes submetidos aos mesmos processos de formação da paisagem (ODUM, 2007). O quadro geobotânico atrelado as condições climáticas forjam espaços ecológicos com variações naturais e de sociobiodiversidades. Estão nestes quadros grande biodiversidade endemismos, aspectos climato-hidrológicas, solos, bases geológicas com minerais, rochas e sedimentos e unidades de relevos constituindo paisagens em escala regional, e ecossistemas atrelados. Onde vivem povos, culturas e ampla diversidade socioterritorial. Deste modo, os Biomas são espaços da pluralidade da sociobiodiversidade, da diversidade de paisagens, de ecótonos, de povos e de culturas, sobretudo na Amazônia e no Pantanal em razão de suas grandes biodiversidades e riquezas socioterritoriais. E que quiçá, daquelas ainda não descobertas por nós!

Assim, em primeiro plano é necessário reconhecer as bases fisiográficas destes Biomas, avaliando sua dinâmica ecológica e de suas paisagens e a partir disto, analisar como as sociedades humanas ao produzirem o espaço regional e formarem seus territórios, moldam a relação sociedade x natureza; e por extensão, a própria relação sociedade x espaço é tarefa hercúlea, porém, indispensável para sustentabilidade ecológica e socioterritorial destes grandes Domínios de Naturezas, Ecologias e Ambientes.

Por muito mais que isto, Carlos Walter Porto-Gonçalves (2001) já fala de Amazônia, e Silva e Abdon (1998) haviam Delimitado o Pantanal brasileiro e suas sub-regiões, falando em Pantanaís.

O Brasil apresenta 6 (seis) Biomas que servem de base espacial ou referência geográfica para políticas públicas ambientais, como também para o monitoramento ambiental e de desmatamento (*Brazil, & Ministry of the Environment, 2015*). Os Biomas brasileiros são: Caatinga; Cerrado; Mata Atlântica; Pampa; Floresta Amazônia; e Pantanal (Fig. 1).

Figura 1 – Biomas do Brasil. Fonte: IBGE, 2023



Os destaques do momento são para o Bioma Amazônia e Pantanal:

- ✓ A Amazônia Brasileira ou Legal (em verde musgo na Figura), é a região morfoclimática com aproximadamente 5 milhões km² – equivalente a 60% do

território nacional – abrangendo os Estados: Amazonas, Amapá, Acre, Pará, Maranhão, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e Maranhão. Importante frisar que a Pan-Amazônia, além do Brasil, envolve mais 8 países - Colômbia, Peru, Venezuela, Equador, Bolívia, as Guianas e o Suriname envolvendo características hidrográficas e florestais, com mais de 6.8 milhões de Km². Nosso país detém cerca de 60% deste território.

- ✓ O Pantanal (Rosa Claro na figura), por seu turno, envolve terras de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul no Brasil, com 210 mil km². E também da Bolívia e do Paraguai. Quando das cheias, cerca de 80% de suas terras ficam inundadas, formando uma grande planície de inundação. A propósito disto, o equilíbrio dinâmico da natureza nesse Bioma, está fundamentalmente dependente da subida e rebaixamento das águas.

Todavia, questões estruturais como a falta de integração regional, pífia infraestrutura na Amazônia, desigualdade social, a concentração de renda e os modelos exploratórios de recursos naturais em ambos os Biomas causam impactos ao meio ambiente e pauperizam diversos grupos sociais. Neste domínio, a proteção e uso sustentável de ativos e recursos naturais, com destaques a redução da desigualdade social são temas chaves à agenda da sustentabilidade dos Biomas-testes.

Ao se considerar cenários de profunda transformação desregrada do uso da terra, com aumento dos desmatamentos, queimadas, exploração de madeiras, pecuária, mineração e produção de outras *commodities* (como milho, soja e algodão) degradação ambiental vem sendo muito elevada. Diz que os cenários atuais e evolutivos da natureza e do meio ambiente nestas regiões é uma difícil realidade que tangencia o ponto de “Não Retorno”, sendo uma perspectiva indispensável no plano da gestão ambiental frente aos Extremos Climáticos (Person, 2008; Stockholm Resilience Centre, 2022; Nascimento, 2023b).

Como se não bastasse, na história de formação territorial as degradações ambientais têm produzido impactos de toda sorte nos mais variados ecossistemas e paisagens daqueles Biomas. Ao tempo que as bases materiais foram transformadas, vis-à-vis, em recursos naturais ocorreram degradações em suas condições ecológicas e de sociobiodiversidade, em detrimento ao modelo de abastecimento dos diversos ciclos econômicos, em escalas e quantidades sempre crescentes.

Vale lembrar também que estas mesmas paisagens e ecossistemas associados aos Biomas constituem heranças paleoambientais de processos ao longo do Período Geológico – Quaternário (2,5 milhões a 11 mil anos Antes do Presente). Por isso mesmo, os povos herdaram fatias de conjuntos paisagísticos de complexa fisiografia e ecologia (Ab, Saber, 2003). Portanto, é de responsabilidade da nação e um exercício de cidadania a proteção dos ativos ambientais, da sociobiodiversidade e dos bioinsumos, além das potencialidades de uso sustentável de recursos naturais existentes na região. Igualmente, é responsabilidade conhecer suas limitações de uso para evitar os estiolamentos

ambientais, sobretudo em época de Emergência Climática e alterações bruscas e frequentes nos Biomas da Região.

Contudo, alguns pontos sensíveis emergem na temática deste livro: recursos naturais e seu manejo e degradação – notadamente os solos, florestais e hídricos-, rios e suas bacias hidrográficas, a questão energética (hidrelétricas e solar), só para citar as destacáveis.

Efetivamente, o livro aqui oferecido é composto por diversos aspectos e temas, além de condições teórico-conceituais, empíricas e práticas, sejam pela dimensão idílica, quer seja para reconhecimento em nível exploratório-reconhecimento das condições arreais dos Biomas aqui tratados.

Há, portanto, uma diversidade de objeto espacial de estudos e escalas de representações nessas regiões, onde é possível observar, a título de ensinamentos:

- Distinção, análise e interpretação de processos, fatos e fenômenos continentais, costeiros e fluviais.
- Diferenciação de processos areolares e lineares.
- Problemas da degradação e dos conflitos ambientais e territoriais da **RELAÇÃO** centro periferia no Brasil e seus rebatimentos nessas regiões e Biomas.
- Amostragens, avaliações e “denúncias” por meio de resultados científicos das formas de exploração ampliadas. Sistemas de produção globalizados, onde a Amazônia e o Pantanal são centrais na divisão internacional do trabalho com produção de recursos naturais; donde são observáveis rebatimentos regionais, locais e distributivos nas paisagens e territórios com profundos e perversos impactos ambientais.

Assim, bases físicas, dilemas e alternativas no bojo da sustentabilidade e enquanto desafio ambiental no Nexus meio ambiente x desenvolvimento nos Biomas Amazônia e Pantanal no Brasil é o tema central deste compêndio.

Decorre daí, uma miscelânea de trabalhos e linhas de argumentação científicas, teóricas e práticas que mostram aspectos, contextos e expressões muito valiosas da Amazônia brasileira e do Pantanal. E muito embora, o apelo, leitura, narrativas e estudos exibidos mostrem resultados e linha base a par de aspectos físico-ambientais, a obra traz em seu bojo, considerações socioambientais, como duas faces de uma mesma moeda. Denota-se daí, portanto, a complexidade ambiental de dois dos principais Biomas da América do Sul, em particular, e do Mundo (Intertropical), no geral.

BASES FÍSICAS, DILEMAS E ALTERNATIVAS EM CAPÍTULOS, ABORDAGENS E AUTORIAS

Na esteira do que já dito ao momento, sumarizando-se a proposta desta obra, há uma estruturação a partir de 11 capítulos, com 17 autorias envolvidas a partir de 12 instituições do Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste (Quadro 1).

Quadro 1 - Capítulos, Abordagens e Produção dos Textos

| BIOMAS | CAPÍTULOS | AUTORIAS | INSTITUIÇÕES |
|----------------------------|--|---|--|
| Amazônia e Pantanal | Questões ambientais nos Biomas Amazônia e Pantanal – bases físicas, dilemas e alternativa para sustentabilidade ecológica e socioeconômica | Flávio R. do Nascimento | MMA-DCDE, Brasília |
| Amazônia | O paradoxo do acesso à água na Amazônia brasileira e o direito humano à água potável | Carlos Alexandre L. Bordalo | UFPA, Belém |
| | Unidades Geoambientais da zona costeira Paraense: subsídios aos planos municipais de gerenciamento costeiro | Gilberto de M. Rocha Érika R. P. Farias Walber L. de Abreu Carlos Eduardo P. Tamasauskas | UFPA- (NUMA) (IFPA) (SIPAM – Belém). |
| | Ações integradas e propositivas à gestão e planejamento ambiental da zona costeira | Flávio R. do Nascimento | MMA-DCDE, Brasília |
| | Uso e cobertura do solo entre 2000 a 2021 na Área de Influência da UHE-Belo Monte | Lucas de Oliveira Lima Jose Antonio Herrera | UFPA-Altamira |
| | Vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica Caranã - Boa Vista-RR | Mayk Feitosa Santos Antônio Carlos R. Araújo Júnior | UFRR |
| | Produção de energia sustentável na Universidade Federal de Roraima - rede fotovoltaica no Campus Paricarana - Boa Vista-RR | João Victor S. da S. Dias Antônio Carlos R. A. Júnior | UFRR |
| | Programa para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal REDD+: uma análise dos principais projetos no estado de Rondônia | Bárbara Elis N. Silva Hemili Vitoria do C. Pimentel Maria Madalena de A. Cavalcante | UNIR |
| Pantanal | Rio Paraguai: feições morfológicas e sedimentação entre a foz do Rio Sepotuba e a cidade Cáceres, Mato Grosso | Celia A. de Souza Sandra B. Cunha Juberto B. Sousa Gustavo Roberto S. Leandro Flavio R. do Nascimento Leila Nalis P. da S. Andrade | UNEMAT UFF IFMT- Campus Cáceres UFGD MMA |
| | Compartimentação Morfopedológica da Bacia Hidrográfica do Rio Branco, contruibuinte do Pantanal Mato-Grossense | Josiel D. de Oliveira Celia A. de Souza Juberto B. de Sousa Flavio R. do Nascimento | Sec. de Estado de Ed. do Estado do MT IFMT- Campus Cáceres MMA |
| | Córrego Sangradouro: uma releitura das variáveis hidrodinâmicas e da ocupação/uso da terra em Cáceres, Mato Grosso | Wellington Caetano de Campos Leila Nalis P. da S. Andrade Flavio R. do Nascimento Celia A. de Souza Gustavo Roberto S. Leandro | IFMT UNEMAT MMA UNEMAT UFGD |

Afere-se que o frame acima mostra o quão pode ser diverso, heterogêneo e ao mesmo complementar a questão ambiental dos Biomas Amazônico e Pantaneiro.

A obra fala sobre o Paradoxo das águas na Amazônia e baixa cidadania neste quesito. Visto que a Região das Águas, como também é conhecida a Amazônia, detém grande riqueza de disponibilidade hídrica atmosférica, superficial e subterrânea durante a maior parte do ano. Revés, é a Região brasileira que apresenta os piores índices de acessibilidade da sua população a rede geral de água potável. Algo descabido!

Perpassando por estudos da zona costeira, na área potamal de importantes bacias que demanda o Atlântico Norte, considerando aí as Unidades Geoambientais da franja continente-oceano. Neste caso, se destaca o Arquipélago de Marajó, a maior ilha de influência fluviomarinha do mundo, com enorme complexidade de planícies e canais - planície fluviomarinha, planície fluviolagunar, paleocanais e zonas inundáveis.

Os estudos geográficos sobre Zona Costeira objetivam promover o ordenamento territorial com ênfase no desenvolvimento sustentável, para subsidiar a GIZC nas três esferas de poder e em níveis escalares diferenciados (local, regional, nacional e internacional), em uma perspectiva de governança territorial dos espaços costeiros.

Por isso mesmo, a interface continente-mar faz da gestão e do planejamento ambiental do litoral, muito complexo e imperativo. O desenvolvimento, aprimoramento e aplicação de leis e dos Planos Nacional de Gerenciamentos Costeiros (PNGC I e II), assim como de sua operacionalização pelo Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro/GERCO são indispensáveis à Zona Costeira do Brasil, e especial, da Amazônia.

O livro também traz considerações daquilo que chamaremos aqui de Amazônia Continental, na Bacia do Rio Xingu e sua empreitada no que se refere a área de influência direta da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Tratam-se de escritos sobre uma abordagem geográfica fundamentada nos conceitos da Ecologia da Paisagem e na integração com Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para analisar as mudanças na paisagem na AID da UHE. A utilização desses instrumentos revelou-se crucial para compreender a dinâmica espaço-temporal da paisagem e suas transformações ao longo do tempo.

Não obstante, já na altura do Estado mais ao Norte da Amazônia, a questão energética prossegue ao tempo que a Produção de energia sustentável é tratada em Pacaraima, na já fronteira com Santa Elena de Uairén/Venezuela; além de ter um capítulo dedicado a Vulnerabilidade de rios urbanos em Boa Vista-RR. Nesta parte, o livro trata sobre possibilidades de geração de impactos ambientais, e a mitigação destes, a partir da fonte e processos de geração elétrica fotovoltaica (usina fotovoltaica da UFRR).

Roraima sendo o único Estado não interligado ao Operador Nacional (ONS), não está ligado a operação das instalações de geração distribuída de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN). Todavia, com REDE FOTOVOLTAICA em instituições públicas, estudo de caso do capítulo aqui constante, é passível da coordenação e controle da operação das instalações de geração distribuída de energia elétrica no SIN, ao tempo que constitui operação dos sistemas isolados. São faces do desafio a segurança

energética desta Unidade da Federal, na resolução da dependência da Venezuela a partir da Hidrelétrica Simón Bolívar, mais conhecida como Guri – uma das maiores do mundo.

Outro conteúdo da Amazônia Roraimense, é o sobre o crescimento populacional exercem e a grande pressão sobre seus recursos naturais na procura por novos espaços para ocupar e como consequência, o aumento de demandas com reflexos negativos ao meio ambiente. A ocupação urbana em áreas de APPs perfazem algumas dessas demandas, tornando possível a intensificação de áreas de vulnerabilidade.

A Amazônia setentrional, especialmente o Estado de Roraima, apresenta características susceptíveis a eventos naturais, a citar: superfícies aplainadas e episódios de extrema pluviosidade interagindo com locais com alta densidade demográfica.

Para fecharmos o tem Amazônia, se é que sejam possível (!), há uma parte dedicada ao Programa para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) no Estado Rondônia. Sua concepção foi na 11ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2005. Trata-se, pois, de uma iniciativa global na busca promover a conservação e o manejo sustentável das áreas florestais.

Por seu turno, outro importante Bioma do Brasil é o Pantanal. Ele é por demais complexo, diverso em paisagens e com muita sociobiodiversidade. As subdivisões dos pantanais estão relacionadas as diferenças na drenagem, o material de origem (rochas), altimetrias, solos, permeabilidade dos solos e vegetação. Estudos apresentam onze pantanais: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paiguás, Rio Paraguai, Nhecolândia, Miranda, Aquidauana, Nabileque, Abobral e Porto Murtinho (SILVA; ABDON, 1998, p. 1710).

Longe de esgotar o estado da Arte sobre os “Pantanais”, o livro concentrou seus trabalhos no Pantanal do Alto Paraguai, no Sudoeste de Mato Grosso, em nascentes hidrográficas do Pantanal. Para se ter noção, a obra apresenta uma parte sobre as feições morfológicas e sedimentação, entre a Foz do Aflente Sepotuba e a cidade Cáceres-MT. Seção em que mostra verifica a evolução das feições morfológicas e o processo de sedimentação no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a cidade Cáceres, entre os anos de 2006 e 2016. E apontou dados e informações alarmantes sobre alterações hidrodinâmicas e de morfológicas o rio Paraguai, onde o corredor fluvial amostrado, em sua morfologia e sedimentação exibe fortes desequilíbrios de sua dinâmica.

Em outro capítulo, a Compartimentação Morfopedológica da Bacia do rio Branco, contribuinte do Pantanal Mato-grossense, foi o foco. Tais Estudos morfopedológicos se mostram importantes para a gestão do uso e ocupação do território, ao momento em que o texto exibido traz a compartimentação morfopedológica na bacia hidrográfica do rio Branco, aflente da margem esquerda do rio Cabaçal, estudando as relações entre geologia, geomorfologia e pedologia para um melhor diagnóstico ambiental e a elucidação da funcionalidade hídrico do sistema de drenagem. Nada obstante, os

problemas ambientais encontrados evidenciam a falta de políticas públicas que objetivem o manejo adequado do solo.

Por último, o capítulo final, trouxe a avaliar as condições atuais e comparações de dados existentes da hidrodinâmica do córrego Sangradouro na cidade de Cáceres-Mato Grosso. Observam-se alterações no córrego Sangradouro devido as ações humanas e essas pressões se dão, frequentemente, com construções residenciais e comerciais que estão modificando a dinâmica natural dessa unidade de análise.

É necessário o desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis que abordem a transição para sustentabilidade e o nexos água-agricultura-energia, a par de uma concepção integradora investigações idílicas, casos de estudo nos Biomas Amazônico e Pantanal à escala exploratória-reconhecimento. Nesta égide, há de se considerar os problemas de degradação ambiental na zona costeira, vales fluviais e suas bacias hidrográficas, e deste modo, não espaço areolares - sejam físicos, sejam humanos, ou ambos concomitantes -, assumem linhas de forças e magnitudes cumulativas e crescentes.

Como apontado, os as pesquisas e escritos nos capítulos supracitados são diversos múltiplos e mostram certa conexão entre si, haja vista os modelos exploratórios dos territórios e Biomas ocorrerem sob bases de suas condicionantes ambientais. Porquanto, para avaliação de uma situação atual, limites e potenciais de usos dos Biomas frente às mudanças e emergências climáticas, prognoses aventadas são necessárias. Estas, recomenda-se, devem centrar-se em dois cenários: um tendencial e um desejável.

Este cenário trata da situação atual, bem apresentada e diagnóstica neste livro. A segunda, deve considerar os rumos de novas pesquisas e a implantação de políticas públicas com diagnóstico participativo, medidas de manejo e governança mais democráticas, inclusivas no Nexus meio ambiente x desenvolvimento nos Biomas Amazônia e Pantanal no Brasil. Para que suas bases físicas, dilemas e alternativas alcancem a sustentabilidade frente ao desafio ambiental hodierno.

Por fim, os escritos da obra envolvem vários fatores, problemáticas e fenômenos relacionados a questão ambiental nos Biomas em foco, destacando áreas naturais, rurais e urbanas, no que avalia e coloca vários desafios para governos, sociedade civil, setor privado, no hoje e amanhã. O livro, portanto, vai de encontro com todos os 17 os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) instituídos em 2012 pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Referências Bibliográficas

AB'SABER, Aziz Nacib. Os Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. **São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p**

BRAZIL FLORA GROUP. (2015). **Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil**. Rodriguésia, 66(4), 1085–1113. <https://doi.org/10.1590/2175->

BRAZIL, & MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. (2015). **Fifth National Report to the Convention on Biological Diversity: Brazil**. Ministry of the Environment.

PORTO-GONÇAVES, Carlos W. **Amazônia, Amazônias**. São Paulo: Contexto, 2001. v. 1.

IBGE. **Biomass do Brasil**. <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomass-brasileiros.html>. Cited on <>17.nov.2023

NASCIMENTO, FLÁVIO R. do. **Global Environmental Changes, Desertification and Sustainability**. 1. ed. Basel, Switzerland: Springer Nature, 2023a. v. 1. 141p

NASCIMENTO, Flávio R. do. **Agenda in Addressing Global Environmental Changes and Desertification**. In: *Global Environmental Changes, Desertification and Sustainability*. SpringerBriefs in Latin American Studies. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32947-0_7, 2023b.

MUCINA, L. **Biome: evolution of a crucial ecological and biogeographical concept**. *New Phytologist*, [S.L.], v. 222, n. 1, p. 97-114, 2018

ODUM, E. P; Barrett, G. W. *Fundamentos da ecologia*. 5 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

PARSON, E.A (2008) **Useful global-change scenarios: current issues and challenges**. *Environ Res Lett* 3 - ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS. 5p.

SILVA, J.S. da S.; ABDON, M. M. **Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, p. 1703-1712, 1998.

STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE (SRC) (2022) **Planetary boundaries**, 17 Dez 2023. Cited on <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

BIOMA AMAZÔNIA



O PARADOXO DO ACESSO À ÁGUA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E O DIREITO HUMANO À ÁGUA POTÁVEL

Carlos Alexandre Leão Bordalo

Introdução

Dissertar sobre o tema “O paradoxo do acesso a água potável na Amazônia brasileira e o direito humano à água potável na Região das Águas”, como também é conhecida a Amazônia, parece ser muito estranho e até descabido, devido a sua grande riqueza de disponibilidade hídrica atmosférica, superficial e subterrânea durante a maior parte do ano. Mas a Amazônia brasileira que corresponde à Região Norte do país é a Região do Brasil que possui os piores índices de acessibilidade da sua população a rede geral de água potável.

Diante deste quadro da baixa acessibilidade e até a exclusão do acesso a água potável (tratada), nosso objetivo neste trabalho, foi identificar e analisar os dados estatísticos oficiais disponíveis sobre os baixos índices do acesso à água potável na região das águas, diante do déficit e até a exclusão aos serviços de abastecimento de água potável a parte da população amazônica, mesmo diante de uma grande riqueza de disponibilidade hídrica e de o acesso à água potável ser um Direito Humano Universal (DHU) desde 2010.

Para tanto, metodologicamente, foi feito uma pesquisa bibliográfica e documental sobre o tema, bem como a análise dos dados secundários (estatísticos) disponíveis em importantes estudos como: A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB/IBGE (2008 e 2017) e no Sistema Nacional de Informações do Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades e do Ministério do desenvolvimento Regional (2010 a 2020).

Os estudos da ANA (2018) sobre os dados climatológicos na Amazônia mostram a média da pluviosidade anual de 2.205 mm. Já os dados hidrográficos indicam uma grande vazão média nas grandes regiões hidrográficas que drenam essa região como: Rio Amazonas e afluentes (208.457 m³/s), Rios Tocantins – Araguaia (14.895 m³/s) e a dos rios que formam a Bacia do Atlântico Nordeste Ocidental (3.112 m³/s). Bem com as estimativas hidrogeológicas de vazão de reserva potencial direta por regiões hidrográficas como: Rio Amazonas e afluentes (27.898 m³/s), Rios Tocantins – Araguaia (3.702 m³/s) e a dos rios da Bacia do Atlântico Nordeste Ocidental (1.064 m³/s). O que configura à Amazônia a região de maior riqueza na disponibilidade hídrica do país.

Contudo, os índices de acesso a rede de abastecimento de água tratada (pública e privada) à população dessa região estão abaixo dos 60% se comparada a outras regiões brasileiras que possuem uma disponibilidade hídrica muito inferior, mas com uma acessibilidade média acima dos 80% da população, com 52,4% em 2017 e 58,9%, em 2020. Situação que mostra a exclusão de parte da população amazônica, pelo direito de acesso à rede de água potável, mesmo morando numa região de grande disponibilidade hídrica.

Entendendo melhor a “crise” da água.

Neste início de século o Conselho Mundial da Água já realizou sete Fóruns Mundiais da Água: Kyoto (2003); Cidade do México (2006); Istambul (2009); Marselha (2012), Daegu e Gyeongbuk (2015), Brasília (2018) e Dakar (2022), onde foram travadas guerras de paradigmas. Dentre eles o da água como direito humano universal *versus* a água como mercadoria e sobre uma crise eminente para o abastecimento de água doce ainda neste século.

A temática que envolve o abastecimento de água à população mundial, também está presente nas Nações Unidas através dos Informes Mundiais sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (WWDR/ONU), onde são apresentados dados e cenários.

Diante do atual dimensionamento e mapeamento da disponibilidade quantitativa e qualitativa da água doce no mundo, a ONU apresentou em março 2003 em Kyoto, Japão, durante a realização do Terceiro Foro Mundial sobre a Água o “Ano Internacional da Água Doce”, a publicação do primeiro Informe das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo (WWDR, 2003) “Água para todos, Água para vida”. Apresentando a nível mundial um dos mais importantes debates deste novo século, que nortearam a sobrevivência da humanidade e do próprio planeta, diante da crise mundial da água doce.

Numa breve reflexão sobre “O olhar da Organização das Nações Unidas sobre a crise hídrica mundial” feita por Bordalo (2017, a). São apresentadas algumas questões sobre os cenários da oferta e demanda mundial por recursos hídricos para a segunda metade deste século, refletindo sobre os vários motivos dessa “crise” de disponibilidade hídrica.

Os relatórios da ONU/UNESCO (WWDR) levantam a questão referente não só ao volume mínimo de água doce superficial, atmosférica ou subterrânea disponível por habitantes ($\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$), para atender suas demandas domésticas básicas de alimentação e higiene, em 1.700 m^3 *per capita* ao ano. Mas também o fato deste volume mínimo da disponibilidade hídrica também ter que ser dividido com outros tipos de usuários, como a agricultura, aquicultura, mineração e indústria.

Para ONU/UNESCO, os países em que a quantidade de água renovável *per capita ano* estivesse acima de 1.700 m^3 estariam fora da situação de estresse hídrico. Os que estiverem entre 1.000 m^3 a 1.700 m^3 já são classificados em situação de estresse hídrico. Já os países que estiverem abaixo de $1.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$, se enquadram na categoria de estresse grave.

Mas esses relatórios WWDR apontam que não seria adequado avaliarmos o quadro de crise com base no estresse ou escassez hídrica, apenas com os valores e índices *per capita* de quantidade de água renovável disponível por anos. Teremos que inserir outras variáveis como as formas de usos, as perdas, os custos e a sua gestão.

O informe WWDR (2003) apresenta o primeiro resultado do estudo organizado pela UNESCO desde o ano de 2000 através do Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos (WWAP), do qual participam conjuntamente mais de 23 agências da própria ONU e secretariado pela UNESCO. Com os resultados obtidos a partir dos dados da Organização Mundial de Meteorologia e de outras instituições, e cruzados com os

dados fornecidos nos indicadores sociais, econômicos e demográficos, pode-se então construir mais relatórios WWDR.

No Relatório WWDR (2006), entre os vários debates sobre “A água, uma responsabilidade compartilhada”. Foi apresentado um estudo sobre o Índice de Estresse Hídrico Relativo (RWSI), que permite identificar e mapear em diferentes escalas os países e regiões com o estresse hídrico.

A preocupação com a situação de estresse hídrico que já atinge a população de muitos países e regiões do globo voltou a ter destaque no Relatório WWDR (2009) “A água em um mundo em mudança” e no WWDR (2014) “Água e Energia”. Neles os índices de estresse hídrico relativo mostram que mais de 40% da população mundial viverá em zonas com severos problemas hídricos em 2050.

No Relatório WWDR (2016), Richard Connor e Karen Frenken, apresentaram um importante artigo sobre a situação dos recursos de água doce. Onde são discutidas as diferentes formas de definir e medir a escassez de água e o estresse hídrico. Para esses autores a melhor definição de escassez hídrica depende da combinação de vários resultados como:

La escasez de agua es el resultado de diversas causas y podemos considerar tres dimensiones de la misma: (1) escasez de agua física (según lo antes señalado); (2) escasez de agua económica debido a una falta de infraestructura debido a limitaciones financieras o técnicas, independientemente del nivel de los recursos hídricos; (3) escasez de agua institucional debido a que las instituciones no han cumplido a la hora de proveer al usuario con un suministro de agua confiable, seguro y equitativo (FAO, 2012). (ONU/WWDR, 2016, p 18).

Na recente edição do Relatório WWDR (2019), sob o tema “Não deixar ninguém para trás”. A ONU argumenta que o cumprimento dos direitos humanos ao acesso a água potável e ao saneamento para todos, também pode contribuir significativamente a conquista de um amplo conjunto de objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável: desde a segurança alimentar e energética até o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental.

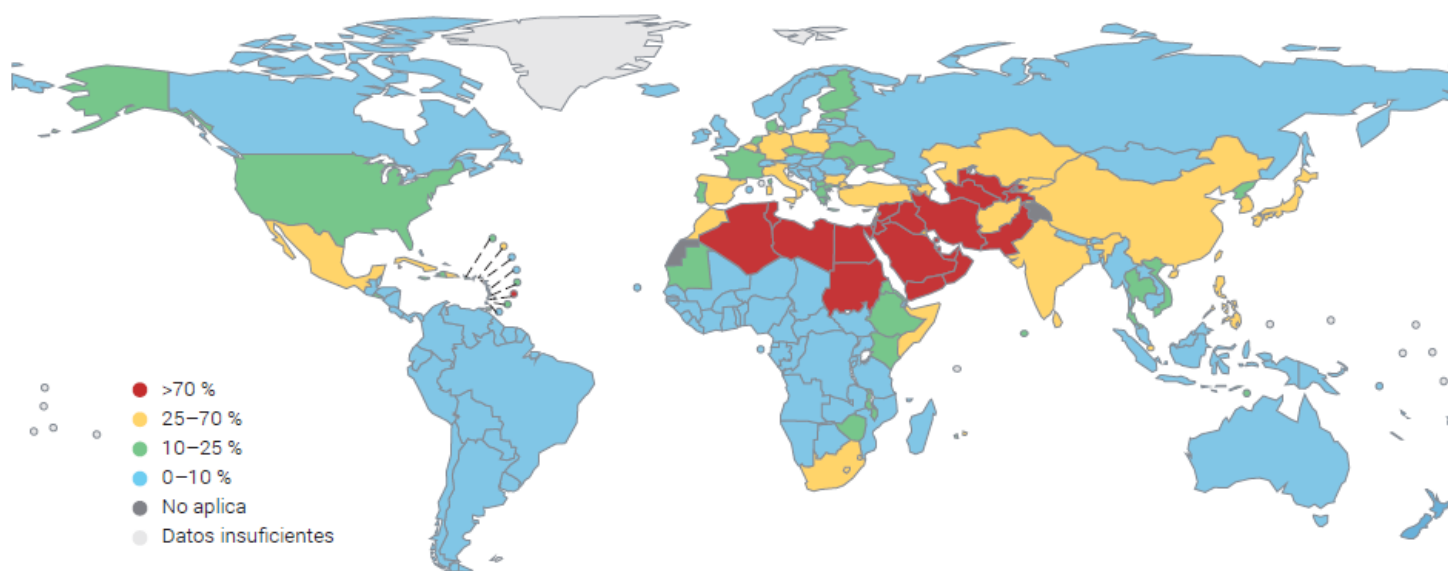
Mejorar la gestión de los recursos hídricos y facilitar el acceso al agua potable y saneamiento seguros y asequibles para todo el mundo es esencial para erradicar la pobreza, construir sociedades pacíficas y prósperas y garantizar que “nadie se quede atrás” en el camino hacia un desarrollo sostenible. Estos objetivos son plenamente alcanzables, siempre que exista la voluntad colectiva de hacerlo. (WWAP, 2019, p 11).

Na seção deste relatório que aborda “O estado dos Recursos Hídricos no Mundo”, a demanda pelo uso da água é analisada mostrando que o uso da água vem desde 1980 aumentando aproximadamente em 1% ao ano. E que este crescimento constante é devido principalmente a crescente demanda dos países em desenvolvimento e as economias emergentes. Mesmo que o uso da água *per capita* esteja muito abaixo do uso da água nos

países desenvolvidos. E que este crescimento é impulsionado por uma combinação do crescimento populacional, crescimento econômico e padrões de consumo em evolução. Mas se espera que a demanda global da água continue aumentando a um ritmo similar até 2050, até um aumento de 20 a 30% acima do nível atual de uso da água. Sobre a disponibilidade da água superficial e subterrânea, o relatório aponta que (ver figura 01):

Segundo o Relatório WWDR (2019, p 20), três em cada dez pessoas (2,1 bilhões de pessoas, 29% da população mundial) não utilizam um serviço de água potável gerido de forma segura e 884 milhões de pessoas no mundo careciam de um acesso aos serviços básicos de água potável segura. E para 2015, 181 países haviam alcançado uma cobertura de mais 85% aos serviços básicos de água potável. Todavia, 159 milhões de pessoas coletavam água potável não tratada (e com frequência contaminada) diretamente de fontes de águas superficiais, e 58% vivia na África Sub-sahariana. (OMS/UNICEF, 2017).

Figura 01- Nível de estres hídrico físico

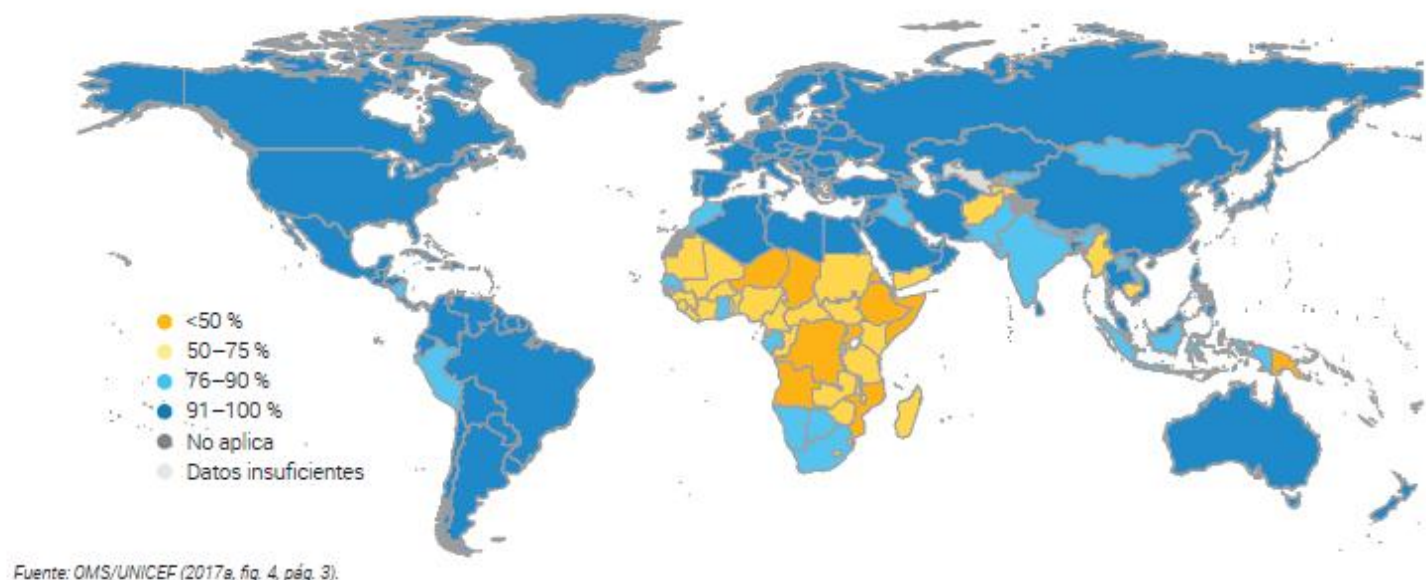


*El estrés hídrico físico se define aquí como la proporción del total de agua dulce extraída anualmente por todos los sectores principales, incluidos los requisitos ambientales de agua, respecto a la cantidad total de recursos renovables de agua dulce, expresada como porcentaje.

Fuente: ONU (2018a, pág. 72, basado en datos de AQUASTAT).

Fonte: ONU (2018, p 72) baseado em dados do AQUASTAT. In: WWAP (2019, p 16).

Figura 02- Proporção da população que utiliza menos serviços básicos de água potável, 2015



Fonte: OMS/UNICEF (2017, p 3). In: WWAP (2019, p 16).

Esses desafios mostram bem uma clara preocupação por parte da ONU, em relação à gestão dos recursos hídricos mundiais, para a segunda metade deste século, diante dos indicadores de mau uso, desperdício e poluição.

A crise da água, então, passa a ser concebida como um problema muito mais de gestão e governabilidade, do que, essencialmente, a escassez quantitativa do recurso. A proposta de gestão dos recursos hídricos, de forma integrada, participativa, e descentralizada, através de políticas públicas que priorizem, a aplicação de leis e instrumentos que regulem as diferentes formas de apropriação, uso e poluição, surgem como principal mecanismo de regulação entre o estado e a sociedade, capaz de gerenciar e minimizar as mazelas provocadas pela escassez hídrica. (BORDALO, 2017a, p 23).

A continuidade do paradoxo do acesso à água na Amazônia brasileira.

Falar então sobre uma “crise” da água no Brasil parece ser uma grande contradição em um país com grande parte do seu território localizado na Zona Climática Intertropical, com índices de pluviosidade média anual em torno de 1.761 mm, que tem extensas bacias hidrográficas (Amazonas, Tocantins, São Francisco, Paraná, Paraguai e do Uruguai), responsáveis por 12% (1,488 milhão m³/s) da água doce dos rios no mundo e 53% (334 mil m³/s) do total da América do Sul. (BORDALO, 2017a).

Ao analisarmos os dados apresentados nos Relatórios WWDR/ONU (2019) (ver figuras 01 e 02), o Brasil aparece no grupo dos países com riqueza hídrica, com um nível de stress hídrico físico abaixo de 10% e uma população atendida pelos serviços básicos de água potável entre 90 e 100%. Mostrando um quadro de riqueza de disponibilidade hídrica em grande parte do país, com a exceção de parte da região do semiárido nordestino.

E se a Amazônia brasileira possui uma grande disponibilidade hídrica, com média da pluviosidade anual acima de 2.205 mm. Uma grande vazão média nas grandes regiões hidrográficas como: Rio Amazonas e afluentes (208.457 m³/s), Rios Tocantins – Araguaia (14.895 m³/s) e a dos rios da Bacia do Atlântico Nordeste Ocidental (3.112 m³/s). Com as estimativas hidrogeológicas de vazão de reserva potencial direta por regiões hidrográficas como: Rio Amazonas e afluentes (27.898 m³/s), Rios Tocantins – Araguaia (3.702 m³/s) e a dos rios da Bacia do Atlântico Nordeste Ocidental (1.064 m³/s). O que configura à Amazônia a região de maior riqueza na disponibilidade hídrica do país e da América do Sul. Como poderíamos continuar afirmando que existe um paradoxo da água na região das águas, onde 40% da sua população ainda não tinha em 2020 acesso a rede (pública e priva) de abastecimento de água potável?

Em um artigo publicado em 2017, sobre “O paradoxo da água na região das águas. O caso da Amazônia Brasileira”, quando utilizamos a análise dos dados de várias pesquisas desenvolvidas no Brasil nesta primeira década do século XXI. Dentre elas: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB/IBGE com dados de 2000 e 2008; Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2006); Sistema Nacional de Informações do Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades com dados de 2005 e 2009 (Brasil, 2011, 2013); Atlas Brasil da Agência Nacional das Águas (ANA, 2010), Atlas de Saneamento do IBGE (2011) e do *Ranking* do Saneamento do Instituto Trata Brasil (2014) com dados do SNIS de 2012. (Bordalo, 2017b)

Se a crise da água na Amazônia brasileira não é causada pela baixa disponibilidade hídrica, nos resta concluir, após analisar os dados estatísticos e espaciais apresentados pelo IBGE (2010) e do Ministério das Cidades (Brasil, 2011) e com os argumentos apresentados pelos autores das obras consultadas, que de fato essa “crise” é causada pela má de gestão de nossos recursos hídricos, bem como decorrente do baixo investimento financeiro e tecnológico, seja ele público ou privado, na ampliação e melhoria dos serviços de abastecimento de água. (BORDALO, 2017b. p 134).

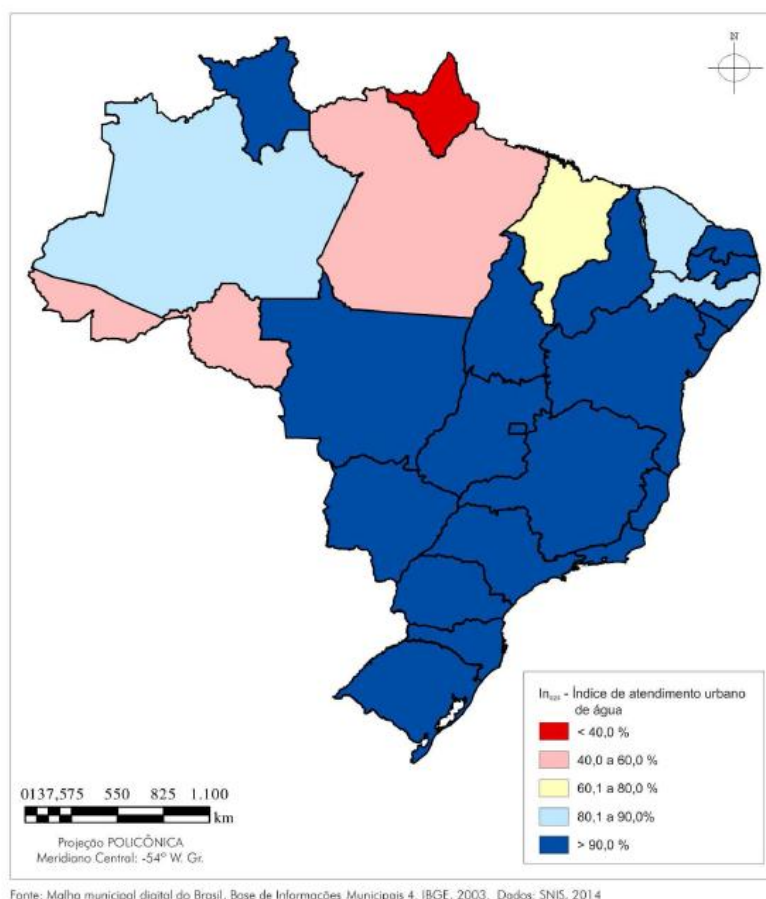
Dando alertando as autoridades governamentais e lideranças políticas nacionais e regionais sobre o risco de um eminente conflito interno e externo pelo controle do acesso e do uso da água na Amazônia brasileira.

Ao darmos continuidade a esses estudos, verificamos que no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto divulgado em 2016 (SNIS/Ministério das Cidades) os dados referentes aos níveis de atendimento com rede de água em 2014, mostraram que o país já possuía 83% da população total atendida, contudo, a Região Norte ainda estava em último lugar com

54,5% da sua população total atendida por esse serviço. Para a população urbana brasileira, esses índices chegavam a 93,2% e na população urbana na Região Norte chegava apenas a 67,8%. Mas continuando bem distante da realidade das demais regiões brasileiras.

Segundo os dados por estado da Região Norte em relação ao índice médio por atendimento urbano por rede de água para 2014 (SNIS/MMC, 2016), apenas dois estados (Roraima e Tocantins) atingiram esse índice acima de 90%. O Amazonas entre 80,01 a 90%. Acre, Pará e Rondônia entre 40 a 60% e o Amapá inferior a 40%. Mostrando que já existia em 2014 um paradoxo na região das águas no Brasil. A região com maior riqueza em disponibilidade hídrica de água doce superficial, subterrânea e atmosférica do país, mas com a sua população apresentando os piores e menores indicadores de acessibilidade aos serviços de abastecimento de água tratada do país. (Ver figura 03).

Figura 03- Representação espacial do índice médio de atendimento urbano por rede de água (indicador IN023) dos municípios cujos prestadores de serviços são participantes do SNIS em 2014, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



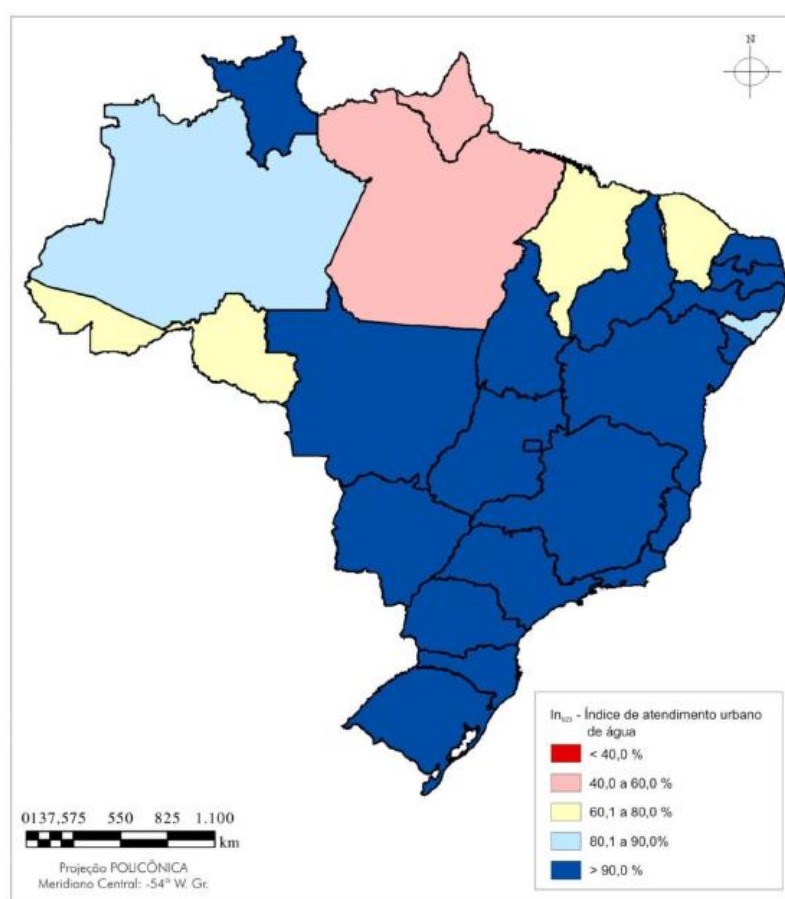
Fonte: Brasil/SNSA/MCIDADES, 2016.

Os dados do recente Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto divulgado em 2019 (SNIS/Ministério das Cidades) referentes aos níveis de atendimento com rede de água em 2017, mostram que o país pouco aumentou para 83,5% da população total

atendida, contudo, a Região Norte ainda estava em último lugar com 57,5% da sua população total atendida por esse serviço. Para a população urbana brasileira, esses índices se estabilizaram em 93% e na população urbana na Região Norte aumentou para 70%. Mas ainda continuando distante da realidade das demais regiões brasileiras.

Os dados por estado da Região Norte em relação ao índice médio por atendimento urbano por rede de água para 2017 (SNIS/MMC, 2019), mostram que apenas dois estados (Roraima e Tocantins) continuam com o índice acima de 90%. Somente o Amazonas entre 80,01 a 90%. Acre e Rondônia subiram para o índice entre 60,01 a 80%. O Pará agora na companhia do Amapá, com o índice entre 40 a 60%. (Ver figura 04).

Figura 04- Representação espacial do índice médio de atendimento urbano por rede de água (indicador IN023) dos municípios cujos prestadores de serviços são participantes do SNIS em 2017, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte: Brasil/MDR/SNS, 2019.

Mas enquanto o índice médio por atendimento urbano por rede de água para a população da Região Norte em 2017 já aumentou para 70%. A população total atendida com rede de água, que inclui a população rural dos estados dessa região, ainda está abaixo dos 60%, chegando apenas a 57,5% da sua população total atendida por esse serviço.

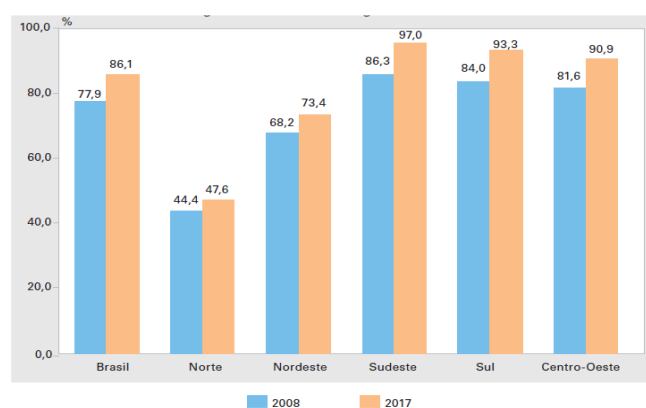
Esses números reforçam o cenário que os poucos investimentos públicos e privados para melhoria e ampliação dos serviços de abastecimento de águas, são priorizadas as capitais dos estados. Ficando a população rural, até mesmo as ribeirinhas, ainda sujeitas aos precários serviços de abastecimento de água ou a total ausência deles.

Em outro estudo que foi publicado recentemente (Bordalo, 2022) “Pelo direito humano ao acesso à água potável na região das águas: uma análise da exclusão e do déficit dos serviços de abastecimento de água potável à população da Amazônia brasileira”, foi feita a análise dos dados da PNSB/IBGE (2008 e 2017) e do SNIS/SNC/MC (2010, 2014 e 2018), a qual mostrou a exclusão de 52,4%, em 2017, e 42,9%, em 2018, da população atendida por esses serviços de água potável.

Segundo este estudo (Bordalo, 2022), no Brasil, o acesso à água potável ainda não pode ser considerado “um direito humano universal”, porque, segundo os dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2018 (BRASIL, 2019), ainda existe uma disparidade regional referente aos níveis de atendimento com rede de água, os quais mostram o Brasil ainda com 92,9% da população total atendida e a Região Norte (Região Amazônica) com apenas 57,1% da sua população total atendida por esse serviço. Já na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2017 (IBGE, 2020), os percentuais (%) de economias residenciais ativas com abastecimento de água mostram o Brasil já com 96,1%, mas a Região Norte somente com 47,6%. Situação que evidencia uma realidade ainda bem distante das demais regiões brasileiras que possuem uma disponibilidade hídrica muito inferior à da Amazônia brasileira.

Um dos principais estudos no Brasil em relação ao levantamento de dados e informações sobre o Saneamento Básico é a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O estudo mais recente contém dados de 2017, que são também comparados com os dados da pesquisa de 2008. Em relação ao percentual da população brasileira atendida pelos serviços (públicos e privados) de abastecimento de água, a PNSB/IBGE apresenta dados das economias residenciais ativas abastecidas, em relação ao total de domicílios particulares permanentes, segundo Brasil e as Grandes Regiões.

Gráfico 1 – Percentual de economias residenciais ativas abastecidas, em relação ao total de domicílios particulares permanentes, segundo as Grandes Regiões – 2008/2017



Fonte: IBGE (2020).

Analisando os dados de 2008 e 2017 (ver Gráfico 1), verificamos que houve o crescimento de 10,5% no percentual das economias residenciais ativas abastecidas, em relação ao total de domicílios particulares permanentes no Brasil, que, de 77,9%, em 2008, passou a atender 86,1% da população, em 2017.

Ainda de acordo com o Gráfico 1, nas três Grandes Regiões, Sul, 93,3%; Sudeste, 97%; e Centro-Oeste, 90,9%, o percentual da população atendida em 2017 já apresentava uma média de 93,7%, enquanto no Nordeste, que possui a menor disponibilidade hídrica segundo a ANA e mostrado na introdução, esse percentual já atingiu 73,4% da sua população. Ficando em último lugar a Região Norte (Amazônia), com somente 47,6% da população total atendida e somente 7,2% de crescimento em relação a 2008, com 44,4%, que está bem abaixo do percentual das demais regiões, mesmo ela sendo a região com a maior disponibilidade hídrica e a menor população do país.

Os dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto referentes aos níveis de atendimento com rede de água em 2010 (BRASIL, 2012) mostraram que o país possuía 81,1% da população total atendida, contudo a Região Norte ainda estava em último lugar, com apenas 57,5% da sua população total atendida por esse serviço. Para a população urbana brasileira, esses índices eram melhores, chegando a 92,5%. Para a população urbana na Região Norte, chegava a 71,8%, distante da realidade das demais regiões brasileiras, ressaltado que, infelizmente, não foram apresentados dados da população rural (ver Tabela 1).

Em 2014, os dados mostraram que o país aumentou para 83% da população total atendida, porém a Região Norte diminuiu e ainda estava em último lugar, com 54,5% da sua população total atendida por esse serviço. Para a população urbana brasileira, esses índices chegavam a 93,2%, mas, para a população urbana na Região Norte, diminuiu para 67,8%. Percentual ainda distante da realidade das demais regiões brasileiras, com a média de atendimento urbano de 95%. Essa situação mostra que, enquanto houve um discreto aumento no percentual de crescimento para o país, com 2,3% e 0,7%, ocorreu uma diminuição na Região Norte, com - 5,2% e - 5,5%, no período de 2010 a 2014. Ressaltando que o SNIS não apresenta dados do atendimento com rede de água à população rural (ver Tabela 1).

Comparando com os dados divulgados pelo SNIS entre 2014 e 2018, referentes aos níveis de atendimento com rede de água, verificamos que o país, em 2018, aumentou para 92,9% da população total atendida, representando 11,9% de crescimento em quatro anos. Contudo a Região Norte ainda permanecia em último lugar, com 57,1% da sua população total atendida por esse serviço, mesmo com um crescimento discreto de 4,7% para 2018. Em relação à população urbana brasileira atendida, esses índices diminuíram para 92,8%, com uma discreta queda de - 0,4%. Referente à população urbana na Região Norte, o índice subiu para um total de 69,6%, o que representa um aumento, em relação a 2014, de apenas 2,6% (ver Tabela 1).

Tabela 1 – Níveis de atendimento total e urbano por rede de água (indicadores IN023 e IN055) dos municípios cujos prestadores de serviços são participantes do SNIS em 2010, 2014 e 2018, segundo região geográfica e Brasil

| Região Geográfica | Índice de atendimento com rede de água (%) | | | | | |
|---------------------|--|------|------|----------------|------|------|
| | Total (IN055) | | | Urbano (IN023) | | |
| | 2010 | 2014 | 2018 | 2010 | 2014 | 2018 |
| Norte | 57,5 | 54,5 | 57,1 | 71,8 | 67,8 | 69,6 |
| Nordeste | 68,1 | 72,9 | 74,2 | 87,1 | 89,5 | 88,7 |
| Sudeste | 91,3 | 91,7 | 91,0 | 96,6 | 96,8 | 95,9 |
| Sul | 84,9 | 88,2 | 90,2 | 96,0 | 97,3 | 98,6 |
| Centro-Oeste | 86,2 | 88,9 | 89,0 | 95,3 | 96,7 | 96,0 |
| Brasil | 81,1 | 83,0 | 92,9 | 92,5 | 93,2 | 92,8 |

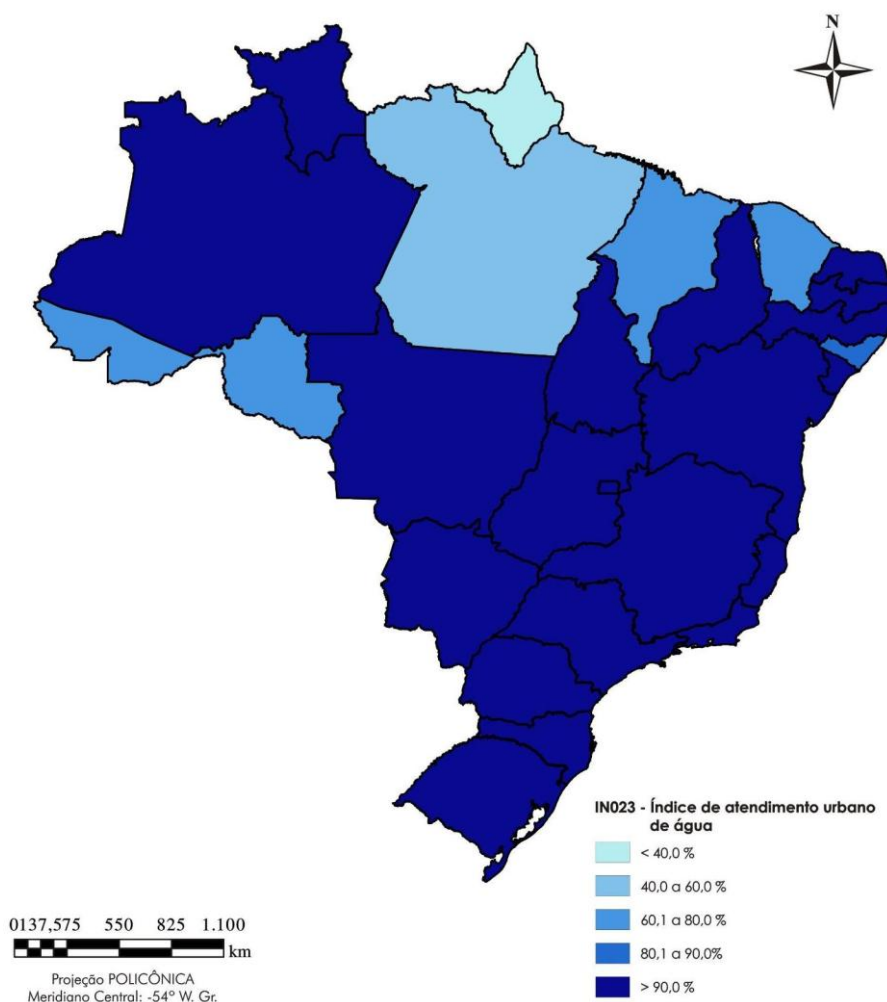
Fonte: Brasil (2012, 2016, 2019). Elaborado por Bordalo, 2022.

Nos dados do SNIS 2019, analisados e disponibilizados no 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (MDR/SNS, 2020), o Brasil estava com o índice de atendimento de 83,7% da população total residente e 97,2 % do índice de atendimento em relação à população urbana atendida. E a Região Norte estava com 57,5% o índice de atendimento da população total residente e 70,4% % do índice de atendimento em relação à população urbana atendida, bem distantes dos percentuais do país.

Segundo este mesmo diagnóstico, a macrorregião Norte passou de 57,1% de atendimento total com água em 2018 para 57,5% em 2019. O crescimento é ainda maior quando verificado o índice de atendimento urbano na macrorregião, que foi de 69,6% em 2018 para 70,4% (0,8 ponto percentual de diferença).

Com relação aos estados da Região Norte, Roraima, Tocantins e o Amazonas estão com os índices médios de atendimento urbano acima de 90%. Entre 60 a 80% os estados do Acre e Rondônia, na penúltima faixa, de 40% a 60%, situa-se o estado do Pará e na última faixa, inferior a 40%, está o Amapá. (Ver figura 05).

Figura 05- Mapa do índice médio de atendimento urbano por rede de água (indicador IN023) dos municípios prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte: Malha municipal digital do Brasil, Base de Informações Municipais 4, IBGE, 2003. Dados: SNIS, 2019.

Fonte: Brasil/MDR/SNS, 2020.

Segundo os dados mais recentes do SNIS 2020, apresentados no “Panorama do Saneamento Básico do Brasil” (MDR/SNS, 2021), aproximadamente 175,5 milhões de pessoas no país eram atendidas, em 2020, por sistemas de abastecimento de água — completos ou simplificados —, o que representa 84,2% da população residente. No entanto, as diferentes condições socioeconômicas entre as macrorregiões no país são refletidas diretamente nos seus índices de atendimento. As macrorregiões Norte e Nordeste contam com 58,9% e 74,9% de atendimento, respectivamente, ao passo que no Centro-Oeste, no Sul e no Sudeste os índices são de 90,9%, 91,0% e 91,3%, respectivamente.

Ao compararmos o percentual % do índice de atendimento da população total residente (IN055) entre os anos de 2019 a 2020, a macrorregião norte apresentou um crescimento muito pequeno de 2,4%, correspondendo a uma população total atendida de 10,3 milhões de habitantes na Região Norte do país.

Em relação aos índices de atendimento em relação à população urbana, a média para o Brasil alcança 93,4%. Sendo menores valores registrados no Norte (72,0%) e Nordeste (89,7%), percentuais abaixo da média brasileira. As demais macrorregiões apresentam valores superiores à média do país sendo a macrorregião Sul a que apresenta os maiores índices (98,8%), seguida do Centro-Oeste (98,0%) e do Sudeste (96,1%). (MDR/SNS, 2021).

Já em relação aos índices de atendimento em relação à população urbana, a média para a Região Norte entre os anos de 2019 a 2020, houve uma pequena queda de - 0,5%, correspondendo a uma população urbana atendida de 9,6 milhões de habitantes.

E quando analisamos esses índices de atendimento da população urbana de 2020 (IN023) nos 7 estados da Região Norte (Amazônia brasileira), são apresentados como: Roraima 99,7%; Tocantins 94,9%; Amazonas 94,7%; Acre 63,2%; Rondônia 61,6%; Pará 59,6% e o Amapá com 35,5%. Mostrando que nos estados de Roraima, Tocantins e Amazonas, o percentual da população urbana atendida, já é superior o da população média atendida no Brasil (93,4%) e na Região Norte (72,0%), mas os estados do Acre, Rondônia, Pará e o Amapá, ficando muito abaixo da média do país e da região.

Mesmo que os dados do SNIS (MDR/SNS), apresentem os percentuais dos índices de atendimento em relação à população total e urbana atendidas pelos serviços de abastecimento de águas potável, no Brasil, macrorregiões geográficas e os estados, não foram apresentados os dados referentes a população rural atendida.

Tanto os dados da PNSB (IBGE, 2020) como os do SNIS (BRASIL, 2012, 2016, 2019, 2020 e 2021) evidenciam que a população total e a urbana da Amazônia brasileira (Região Norte) ainda estão distantes dos percentuais do restante da população do país, mesmo que não haja uma situação de escassez absoluta e quantitativa de disponibilidade de água doce. Situação que pode ser ainda mais grave na população rural da região, que, infelizmente, não foi pesquisada nesses estudos.

Esses números reforçam o cenário de que os poucos investimentos públicos e privados para melhoria e ampliação dos serviços de abastecimento de água são priorizados principalmente nas cidades médias e nas capitais dos estados, ficando a população rural amazônica, até mesmo a ribeirinha e a das pequenas cidades ainda sujeitas aos precários serviços de abastecimento de água ou à ausência total deles. Essa realidade só não é pior porque, segundo os dados de 2017 da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD/IBGE), os 40,8% da população excluída desses serviços recorre diretamente ao acesso das águas dos poços profundos e rasos, das fontes, das nascentes e da chuva, sem qualquer tipo de tratamento convencional de potabilidade.

O acesso à água potável como um direito humano universal na região das águas.

Em uma breve reflexão sobre o acesso à água potável como direito humano universal à população da Amazônia brasileira, conforme o apresentado em outra obra recente (Bordalo, 2022), são apresentados importantes questões.

O acesso à água potável é um direito humano universal? Essa importante questão, outrora levantada, vem sendo cada vez mais debatida desde o final do século XX, não só entre o meio acadêmico e científico mundial, mas também junto a um jovem, forte e crescente movimento ativista socioambiental, internacional (racismo ambiental e justiça ambiental) que vem lutando pela garantia desse acesso a toda a humanidade.

Essa questão é corroborada pelo italiano Riccardo Petrella (2004, p. 11) ao perguntar se “o acesso à água potável é um direito humano, por isso universal, indivisível e imprescritível, ou necessidade vital, cuja satisfação passa através dos mecanismos de mercado?” Ele nos responde que o acesso à água não é uma questão de “escolha” ou “opção”, pois, como ela é insubstituível, é, então, uma necessidade ligada à própria vida.

Para Aloísio Ruscheinski (2004), que também divide espaço com Petrella neste mesmo livro *Água: bem público universal* (NEUTZLING, 2004), a mobilização de novos movimentos sociais na luta pela água como direito humano universal (DHU) implica o reconhecimento de uma nova conjunção de atores sociais dos diferentes processos de ação coletiva em defesa da água como bem público.

Ruscheinski (2004, p. 121) nos diz que “a luta socioambiental pela água como um DHU deve ser capaz de combinar equidade e preservação, solidariedade e democracia, participação e eficiência”. A ação dos movimentos sociais em torno da água como DHU envolve “um nexos estreito com a forma de produzir, comercializar, repartir e consumir; e mais ainda com a forma de valorizar a vida, de produzir a si mesmo, de expressar a solidariedade e de sonhar” (RUSCHEINSKI, 2004, p. 135 e 136).

Outros importantes estudiosos que atuam fortemente no debate e na luta sobre o acesso à água como um DHU são os canadenses Maude Barlow e Tony Clarke, que defendem que “a água é essencial à vida, o acesso universal à água é um direito humano básico, e este direito deve ser o princípio fundamental de uma nova ética de água” (BARLOW; CLARKE, 2003, p. 261).

Barlow e Clarke (2003) propõem dez princípios para salvar os recursos de água e afastar as possibilidades de mais conflitos, que devem ser adotados em todos e trabalhados de forma conjunta em todos os níveis de governos e comunidades ao redor do mundo. Entre os dez princípios, o 7º já destacava que “[o] acesso a um suprimento adequado de água limpa é um direito básico do ser humano”.

O “direito à água” é também um dos temas presentes nos estudos e nas reflexões da indiana Vandana Shiva em seu livro *Guerras por Água*, publicado no Brasil, em 2006. Nessa obra, Shiva (2006) nos apresenta importantes questões que ajudam neste debate, como: A quem a água pertence? Ela é uma propriedade privada ou pública? Que tipos de direitos as pessoas têm ou deveriam ter? Quais são os direitos do Estado? Quais os direitos das corporações e dos interesses comerciais?

Entre as várias respostas a essas questões, Shiva (2006) apresenta o direito à água como “direitos naturais”, que não se originam com o Estado, mas num contexto ecológico da existência humana. A autora ainda nos explica que, como os direitos naturais, os

direitos à água são direitos usufrutuários, porque a água pode ser usada, mas não possuída, pois ela é fundamental para a vida.

Shiva (2006) também defende que esses direitos são elementos básicos de uma democracia da água, sustentados por nove princípios: 1) a água é um presente da natureza; 2) a água é essencial à vida; 3) a vida está interconectada pela água; 4) a água tem que ser gratuita para as necessidades vitais; 5) a água é um recurso limitado e pode acabar; 6) a água tem que ser conservada; 7) a água é um bem comum; 8) ninguém tem o direito de destruir e 9) a água não pode ser substituída.

Em outra obra de Maude Barlow (2015), *Água, futuro azul*, ela relata e avalia sua experiência em participar das proposições e dos debates acerca da proposta de aprovação na Assembleia Geral da ONU, em 2010, do acesso à água como um Direito Humano Universal (DHU). Nesta obra, ela também pergunta: “O acesso à água é um direito humano ou apenas uma necessidade?” e responde dizendo que “o direito humano à água é uma questão de justiça, não caridade” (BARLOW, 2015, p. 17).

Segundo Barlow (2015), passaram-se duas décadas para que pessoas e organizações ligadas ao tema, como o movimento global de justiça pela água, participassem da luta, juntas, para o reconhecimento, nas Nações Unidas, do direito humano universal à água. Todavia adversários poderosos como o Conselho Mundial da Água (*World Water Council*), promotores, a cada três anos, desde 1997, dos Fóruns Mundiais da Água, que possuem como membros corporações de engenharia e água, associações de indústrias da água e bancos de investimentos, mais os representantes governamentais de países como Canadá, EUA e Reino Unido atuavam contra o reconhecimento desse direito.

Mas somente no dia 28 de julho de 2010, foi aprovada, em Assembleia Geral da ONU, a Resolução 64/292, que definiu “Direito Humano à Água e ao Saneamento – DHAES”, na qual foi determinado que:

1. *Reconoce* que el derecho al agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos;
2. *Exhorta* a los Estados y las organizaciones internacionales a que proporcionen recursos financieros y propicien el aumento de la capacidad y la transferencia de tecnología por medio de la asistencia y la cooperación internacionales, en particular a los países en desarrollo, a fin de intensificar los esfuerzos por proporcionar a toda la población un acceso económico al agua potable y el saneamiento;
3. *Acoge con beneplácito* la decisión del Consejo de Derechos Humanos de pedir a la experta independiente sobre las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el acceso al agua potable y el saneamiento que presente un informe anual a la Asamblea General¹³, y alienta a la experta independiente a que siga trabajando en todos los aspectos de su mandato y a que, en consulta con todos los organismos, fondos y programas pertinentes de las Naciones Unidas, incluya en el informe que le presente en su sexagésimo sexto período de sesiones las principales dificultades relacionadas con el ejercicio del derecho humano al agua potable y el saneamiento y su efecto en la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. (ONU, 2010).

Esse reconhecimento do acesso universal a água e o saneamento a todos como um direito humano voltou a ser reafirmado pela ONU, quando em outra Assembleia Geral realizada em 25 de setembro de 2015, foi aprovada a Resolução 70/1 “Transformar nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Que propôs 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS e 169 metas para este milênio.

Entre esses 17 objetivos, destacamos o ODS nº 6 de garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. Definindo 6 metas que deverão ser alcançadas já em 2030.

6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos;

6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad;

6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial;

6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua;

6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda;

6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos;

6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización;

6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento. (ONU, 2015).

Essas metas da ODS nº 6 que deverão ser atingidas ainda em 2030, são apresentadas no prefácio do WWDR (2019) feito por Stefan Uhlenbrook, Coordenador da UNESCO WWAP e Richard Connor, chefe da edição. Onde destacam que a melhoria do acesso à água e ao saneamento, a gestão e a governança da água e os múltiplos benefícios que trás consigo podem contribuir significativamente a uma transformação positiva para as pessoas marginalizadas.

No Brasil, a obrigatoriedade da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água potável à população, desde 1969, era de responsabilidade das Companhias Estaduais de Saneamento Básico, tendo sua gestão majoritária e centralizada nos governos estaduais, segundo o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA). Mas, depois, passou a ser de responsabilidade dos municípios, por meio da Constituição Federal de 1988, art. 30, parágrafo V, segundo o qual, “compete aos Municípios organizar e prestar, diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial” (BRASIL, 1988, não paginado).

Mas essa obrigatoriedade foi reforçada somente em 2007, com a Lei Federal Nº 11.445, que instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), na qual o art. 2º garante a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico, entre eles, o abastecimento de água com segurança, qualidade e regularidade. Já o art. 3º considera o abastecimento de água potável sendo constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição. Nesses trinta anos, muitas concessões ou permissões para prestação desses serviços de abastecimento de água no país passaram a ser municipalizados e privatizados em muitos municípios brasileiros (BRASIL, 2007).

A PNSB também prevê, no artigo 52º, que a União deverá elaborar, sob a coordenação do Ministério das Cidades, o Plano Nacional de Saneamento Básico, instrumento de implementação da Política Federal de Saneamento Básico. Contudo o planejamento, a elaboração e a execução das bases legais; as competências institucionais; os princípios fundamentais; as metas; as necessidades de investimentos; as macrodiretrizes; as estratégias e os programas relacionados à PNSB foram definidos somente em 2013, por meio do lançamento do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), realizado pelo Governo Federal.

Considerações finais

A resposta a esse questionamento na Amazônia brasileira, não pode ser dada simplesmente com base nos fatores naturais, como os climáticos e hidrográficos que são muito fortes e presentes nos países localizados em regiões áridas e semi-áridas do globo, com baixa disponibilidade hídrica. Bem como por fatores demográficos, onde países e regiões com grande crescimento populacional e elevada densidade demográfica, apresentam uma grande demanda hídrica muito superior a sua disponibilidade.

Pois com grande parte do território brasileiro estando localizado na Zona Climática Intertropical, com índices de pluviosidade média anual em torno de 1.761 mm, e que tem extensas bacias hidrográficas (Amazonas, Tocantins, São Francisco, Paraná, Paraguai e do Uruguai), responsáveis por 12% (1,488 milhão m³/s) da água doce dos rios no mundo e 53% (334 mil m³/s) do total da América do Sul. E a Amazônia brasileira e a região que possui a menor população do país, com 15.864,454 hab em 2010 (IBGE). Logo apresenta um índice *per capita*, acima de 1.700 m³ *per capita ano* e distante da situação

de estresse hídrico segundo a ONU. E nem se enquadra na situação de escassez física da água.

Segundo a ONU em seu relatório WWDR (2003) não seria adequado avaliarmos o quadro de crise com base no estresse ou escassez hídrica, apenas com os valores e índices *per capita* de quantidade de água renovável disponível por anos. Mas devem ser inseridas outras variáveis como as formas de usos, as perdas, os custos e a sua gestão.

Em outro relatório WWDR (2016) da ONU, onde são discutidas as diferentes formas de definir e medir a escassez de água e o estresse hídrico. A melhor definição de escassez hídrica depende da combinação de vários resultados como: a) escassez física da água; b) escassez econômica da água; e c) a escassez institucional da água. O que reforça a clara preocupação por parte da ONU, em relação à gestão dos recursos hídricos mundiais, diante dos indicadores de mau uso, desperdício e poluição da água.

A análise dos vários dados oficiais apresentada neste artigo corrobora com a definição da ONU, em que a Amazônia brasileira estaria mais para uma situação de escassez econômica da água e a escassez institucional da água. Reforçado pelos indicadores de mau uso e desperdício da água.

Entre os geógrafos brasileiros, essa escassez hídrica é explicada tanto por fatores de ordem natural, como econômica e política. Como Wagner Ribeiro (2008) procura explicar que a crise da água esta relacionada à combinação de fatores naturais e sociais que permitem elaborar uma interpretação política dos recursos hídricos, ao que ele denomina de “A Distribuição Política da Água”. Onde a crise da água também é resultado de sua distribuição pelo planeta, combinando a natureza a história, dando-lhe um caráter eminentemente geográfico.

Argumentos que reforçam o entendimento que o paradoxo do acesso à água potável na região das águas, já mostrado neste artigo. Esta relacionado às variáveis de ordem econômica, política e institucional. Que interferem diretamente na má gestão dos serviços de abastecimento de água potável na Amazônia brasileira.

Essa má gestão dos serviços de abastecimento de água potável, é visível quando se analisam os dados oficiais aqui apresentados, onde se verificam os piores índices de abastecimento de água a população urbana e rural nos estados da região Norte, quando comparados aos estados das demais regiões do país. Mostrando ser a Amazônia brasileira a região com a mais baixa acessibilidade social à água tratada. Situação essa agravada, pelos indicadores de perdas na distribuição da rede de água tratada, que são ainda piores, pois na maioria dos estados dessa região estão acima dos 40%.

Esses números mostram que os investimentos públicos e privados para melhoria e ampliação dos serviços de abastecimento de águas, ainda não foram capazes de atender a crescente demanda da população das capitais dos estados. Situação ainda mais grave na população rural, até mesmo as ribeirinhas, ainda sujeitas aos precários serviços de abastecimento de água ou a total ausência deles.

Se esses indicadores de baixa acessibilidade à água potável à população da Amazônia brasileira junto com os elevados índices de perdas na distribuição da rede de água potável, continuarem se repetindo nas próximas décadas. O Brasil e particularmente a Amazônia estarão bem distante de alcançarem até 2030 as metas da ODS nº 6 de garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos.

Esse paradoxo da água, então, passa a ser concebida como um problema muito mais de gestão e governabilidade, do que, essencialmente, a escassez quantitativa do recurso. Corroborando com Ribeiro (2008) quando diz que mesmo que haja recurso disponível, o acesso à água, a capacidade da população em manejá-la, seu uso e a qualidade do ambiente em que ela ocorre, podem representar variáveis muito fortes na escassez da água. Podendo levar a um quadro de “pobreza de água” na “região das águas”.

O risco de termos por mais algumas décadas do século XXI, de parte (40%) da população amazônica, principalmente a rural e das periferias das grandes e médias cidades, com pobreza de água, conforme os dados estatísticos oficiais apresentados e analisados neste artigo. Vai de encontro do reconhecimento do acesso à água potável e o saneamento como um direito humano essencial, aprovado em Assembleia Geral da ONU no dia 28 de julho de 2010, da Resolução 64/292. E ao compromisso assumido pelos países membros da ONU em 2019 de “Não deixar ninguém para trás” até 2030, em relação ao acesso a água potável.

Finalizamos com um grande chamado aos irmãos amazônidas, sem discriminação de gênero, cor, etnia, religião, renda, modo de vida ou local de moradia, em lutarmos pelo nosso direito à água potável de qualidade, contínua e sem perdas, na nossa região das águas.

Referências

BARLOW, M. Água. Futuro Azul. **Como proteger a água potável para o futuro das pessoas e do planeta para sempre**. São Paulo: M Books, 2015.

BARLOW, M. Água. Pacto Azul. **A crise global da água e a batalha pelo controle da água potável no mundo**. São Paulo: Ed M Books, 2009.

BECKER, B. **Inserção da Amazônia na geopolítica da água**. In: ARAGÓN, L. E.; CLUSENER-GODT, M. (Orgs.) Problemática do uso local e global da água da Amazônia. Belém: NAEA/UFPA/UNESCO. 2003.

BORDALO, C. A. L. Pelo direito humano ao acesso à água potável na região das águas: uma análise da exclusão e do déficit dos serviços de abastecimento de água potável à população da Amazônia brasileira. *Revista Novos Cadernos NAEA*. v. 25, n. 1, p. 261-284, jan-abr 2022. Belém, 2022.

BORDALO, C. A. L. **Novos olhares da crise hídrica mundial**. In: SALINAS, Eduardo, DI MAURO, Cláudio & MORETTI, Edvaldo (orgs). Água, Recurso Hídrico: Bem social transformado em mercadoria. Editora ANAP. Tupã, 2017a.

BORDALO, C. A. L. O Paradoxo da água na região das águas. O caso da Amazônia brasileira. **Revista GEOUSP Espaço e Tempo**. Nº 1, Volume 21, pp 120 – 137. São Paulo, 2017b.

BORDALO, C. A. L. “Crise” mundial da água vista numa perspectiva da geografia política. In: **Revista GEOUSP - Espaço e Tempo**. Nº. 31. São Paulo, 2012. pp. 66 – 78.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Saneamento: Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021. Brasília – SNS/MDR, 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Saneamento: **25º Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto – 2019**. Brasília – SNS/MDR, 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Saneamento: **Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto – 2017**. Brasília – SNS/MDR, 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto – 2014**. Brasília – SNCA/MCIDADES, 2016.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. **Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo**. Agua y Empleo – WWDR. UNESCO. Paris, 2016.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. **Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo**. Agua y Energía – WWDR. UNESCO. Paris, 2014.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. El agua, una responsabilidad compartida. **2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo – WWDR2**. UNESCO. Paris, 2006.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. AGUA PARA TODOS AGUA PARA VIDA. **Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo**. Paris, 2003.

PETRELLA, R. **A água. O desafio do bem comum**. In: NEUTZLING, I (org). **Água: bem público universal**. Coleção Humanitas. São Leopoldo: Ed Unisinos. 2004.

PETRELLA, R. **O Manifesto da Água**. Argumentos para um contrato mundial. Petrópolis: Ed Vozes. 2002.

RIBEIRO, W. **Geografia Política da Água**. São Paulo: Editora Annablume. 2008.

RUSCHEINSKI, A. Os novos movimentos sociais na luta pela água como direito humano universal. In: NEUTZLING, I. (org.). **Água: bem público universal**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2004. p. 115 - 143.

SHIVA, V. **Guerras por água: privatização, poluição e lucro**. São Paulo: Radical, 2006.

WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO). 2019. **Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás**. Paris, UNESCO.

UNIDADES GEOAMBIENTAIS DA ZONA COSTEIRA PARAENSE : SUBSÍDIOS AOS PLANOS MUNICIPAIS DE GERENCIAMENTO COSTEIRO

Gilberto de Miranda Rocha
Érika Renata Pacheco Farias
Walber Lopes de Abreu
Carlos Eduardo Pereira Tamasauskas

Introdução

As zonas costeiras apresentam extrema importância ambiental, geocológica, econômica e social, que implicam em usos diferenciados de seus espaços. Estes interferem na dinâmica dos ecossistemas existentes, ocasionando impactos socioambientais que representam um desafio para a Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC), a exemplo dos estudos de Prost e Mendes, 2011; Espírito-Santo e Szlafsztein, 2016; Braga e Pimentel, 2019 na Zonas Costeira Paraense (ZCPA). Os estudos geográficos sobre Zona Costeira (ZC) objetivam promover o ordenamento territorial com ênfase no desenvolvimento sustentável (Larid, 2015), de modo a subsidiar a GIZC nas diferentes esferas de poder (municipal, estadual e federal) e níveis escalares distintos (local, regional, nacional e internacional). A GIZC é uma abordagem de governança territorial dos espaços costeiros que surgiu na Conferência Rio 1992 e da abordagem da Agenda 21. Em particular, foi recomendado em 1971 pela Convenção de Ramsar e pela Conferência da Terra, de Joanesburgo, África do Sul, em 2002, que tornou a gestão da água uma prioridade global para o desenvolvimento sustentável. Os resultados apresentados após a Conferência do Rio em 1992 levaram a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (United Nations Education, Scientific and Cultural Organization – UNESCO) a investir na publicação de vários documentos que resultaram em iniciativas e estratégias de Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC) (Casemiro et al., 2018).

A natureza jurídica da proteção na Zona Costeira Paraense (ZCPA) exige uma gestão integrada proposta no próprio sistema constitucional brasileiro que estabelece o federalismo cooperativo ambiental, quando determina a competência comum entre a União, os Estados e os Municípios para a proteção do meio ambiente e o combate à poluição em qualquer de suas formas, de acordo com o inciso VI do art. 23 da Constituição Federal de 1988 (CF/1988). O território brasileiro ocupa 47% do continente Sul-americano, com uma ZC que abrange, aproximadamente, 8.500 km de extensão, dos quais 35% são ocupados pelo litoral amazônico. Este possui uma extensa linha de costa constituída por uma contínua faixa territorial onde predominam os ecossistemas de manguezais sendo responsáveis pela proteção e reprodução das espécies da fauna e flora aquáticas.

A ZCPA é considerada patrimônio nacional, conforme o disposto no §4º do art. 225, da CF/1988, cuja utilização só poderá ser feita mediante lei específica dentro de condições que assegurem a proteção dos recursos ambientais com seus respectivos planos

de manejo nos âmbitos nacional e estadual. Toda a extensão territorial da ZCPA é identificada com os chamados terrenos de marinha, que são bens da União, de acordo com o inciso VII, do art. 20 da CF/1988, ao qual se associam as Unidades de Conservação da Natureza (UC), em especial, as Reservas Extrativistas Marinhas (RESEXMA) criadas pelo governo federal, além das Áreas de Proteção de Ambiental (APA), Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), dentre outras, criadas pelo estado ou pelos municípios. Assim sendo, este artigo tem como objetivo apresentar as Unidades Geoambientais e suas características geomorfológicas a partir das UC estabelecidas na ZCPA como subsídio para elaboração dos Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro.

As UC são consideradas como indicadores que servem para a análise e avaliação da fragilidade ambiental dos manguezais e seus serviços ecossistêmicos que sofrem com a intensa urbanização vetorizada a partir da Região Metropolitana de Belém (RMB) e sua expansão em direção aos municípios costeiros, em particular, da Costa Nordeste Paraense. Dos 47 municípios costeiros e sua distribuição espacial temos no arquipélago do Marajó, na Amazônia Atlântica e zona estuarina a manifestação das novas dinâmicas territoriais impulsionadas pela tecnificação do território na ZCPA. A indústria pesqueira, áreas portuárias e centros comerciais de pequeno e médio porte acenam para novos arranjos institucionais que interferem no ordenamento territorial das cidades costeiras. Disso resulta o fomento de políticas públicas municipais em que os planos diretores assumem importância capital na ordenação e uso do território. Nesse sentido, o DPSIR (Força, Pressão, Estado, Impacto, Resposta) foi adotado enquanto metodologia analítica na interpretação das condições geoambientais da ZCPA associadas as transformações espaciais de sua dinâmica territorial, de modo a subsidiar os Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro.

As mudanças na paisagem da ZCPA estão diretamente ligadas à sua dinâmica natural, bem como, aos vetores de desenvolvimento regional, a exemplo das atividades industriais, urbanização, turismo, agropecuária, entre outras. Inúmeros são os problemas ligados à urbanização das pequenas e médias cidades costeiras e sua forma de ocupação desordenada onde se encontram agrupadas atividades ligadas à turistificação da economia local, atividades extrativistas e portuárias (Silva et al., 2018; Gonçalves e Rocha, 2018; Flores e Rocha, 2018).

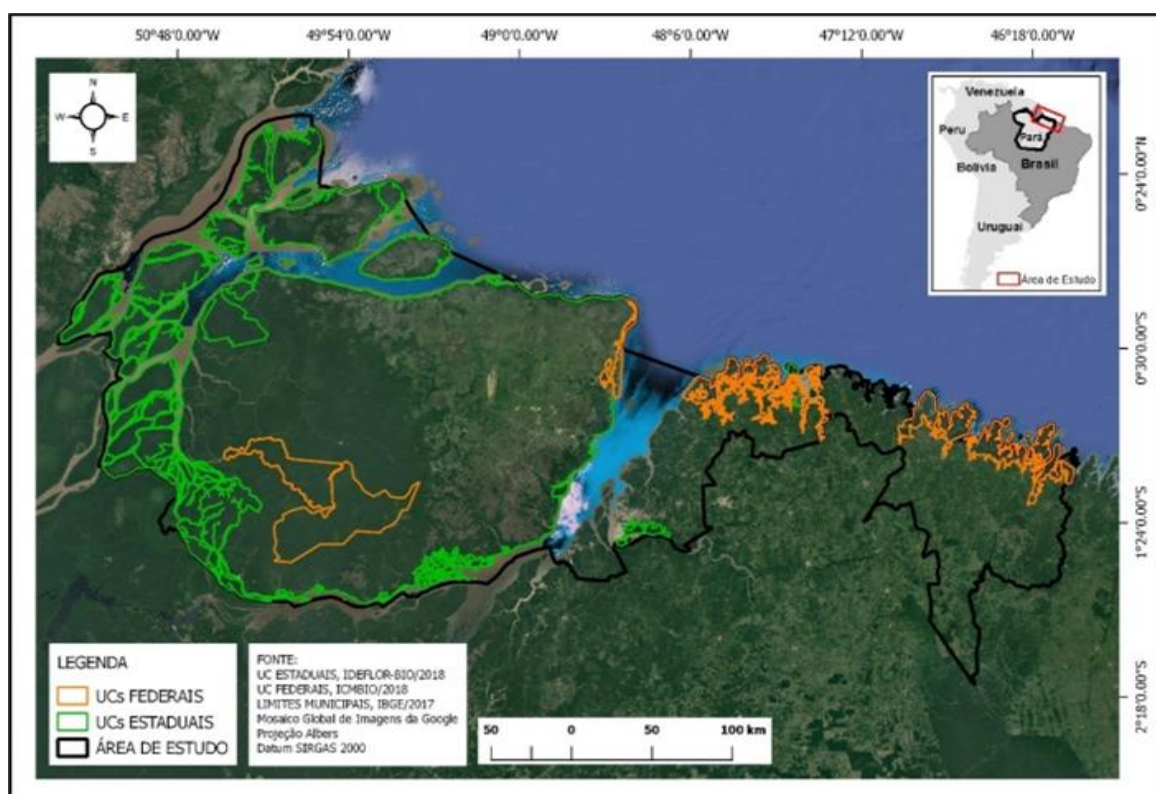
A ZCPA se caracteriza por apresentar um litoral de rias e reentrâncias que abriga uma grande diversidade biológica de espécies, que exige preservação e manejo adequado. A sustentabilidade ambiental e espacial da ZCPA depende da identificação das unidades geoambientais, suas características geomorfológicas e dos processos socioespaciais que interferem em sua dinâmica natural. Sendo assim, de que forma este estudo pode subsidiar a execução planos municipais de gerenciamento costeiro ?

Material e métodos

Localização e Caracterização da Área de Estudo

Segundo o IBGE (2011) o bioma marinho, inserido na Zona Costeira Amazônica (ZCA), dada sua importância biológica, apresenta Áreas Prioritárias para a Conservação (APC) (Figura 1) que são fundamentais para a reprodução de grupos biológicos constituídos por espécies exóticas marinhas (grupos), como zooplâncton, fitoplâncton e peixes. Esse é um dado relevante para se pensar o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro Paraense (ZEECPA), uma vez que, toda a costa litorânea apresenta um potencial significativo de produção da pesca industrial que atinge as 12 milhas náuticas do Mar Territorial (22,2 Km), Zona Contígua (22,2 Km) e Zona Econômica Exclusiva (348,2 Km), todas inseridas na Plataforma Continental.

Figura 1- Mapa da Área de Estudo com as Unidades de Conservação presentes na Zona Costeira Paraense (ZCPA).



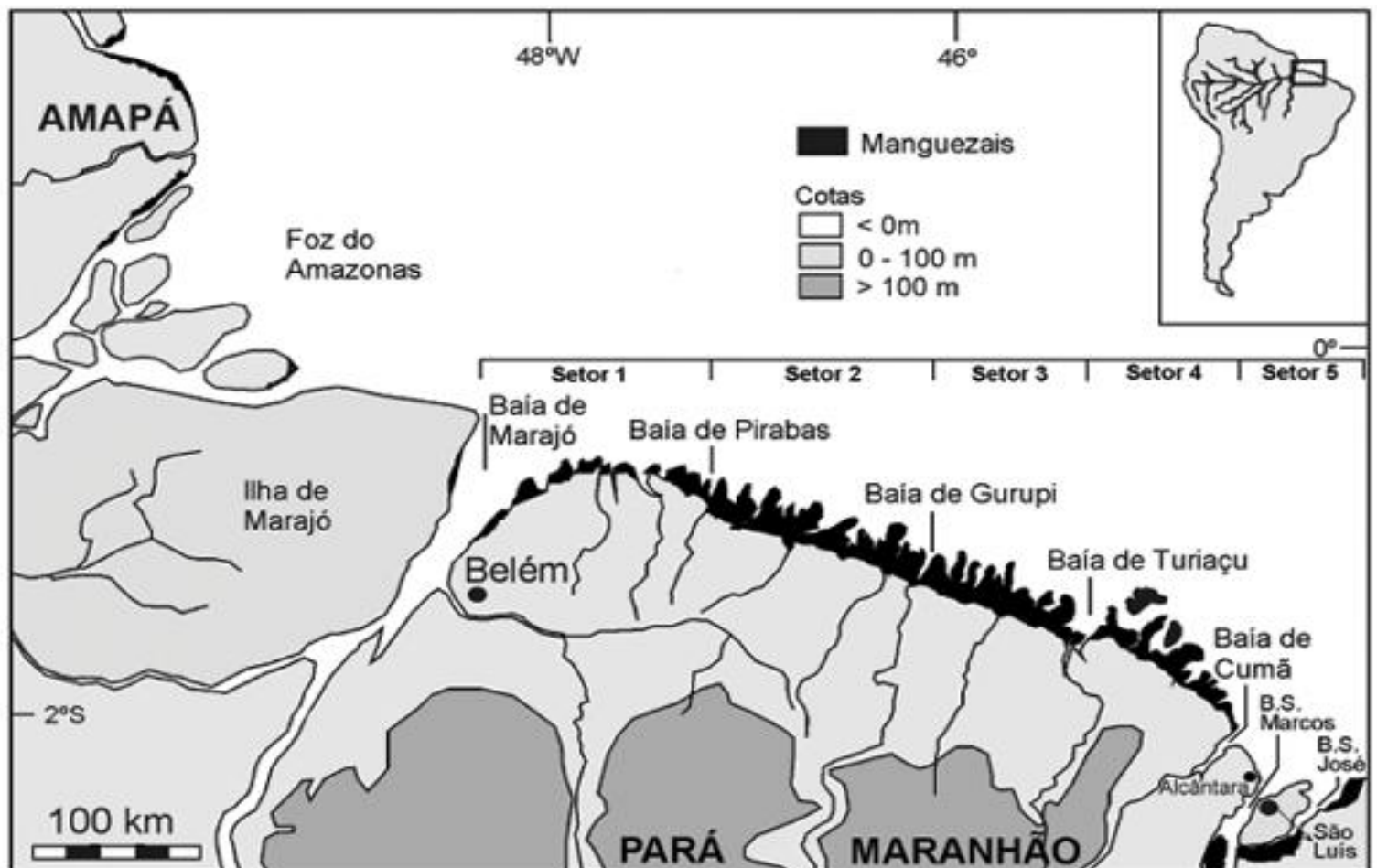
Fonte: Os autores (2020)

A Costa de Manguezais de Macromarés da Amazônia (CMMA) (Figura 2), que abriga a ZCPA, está localizada a Sudeste da foz do rio Amazonas estendendo-se da Baía de Marajó (48° W; 0° 30' S), estado do Pará, até a Ponta de Tubarão, Baía de São José (44° 15' W; 2° S), estado do Maranhão, perfazendo cerca de 650 km de litoral em linha

reta onde contém a maior faixa contínua de manguezais do Brasil (Souza Filho, 2005 e Nascimento Jr. et al., 2013)

A ZCPA se constitui como um recorte territorial particular da paisagem litorânea amazônica, na qual se evidencia uma diversidade de usos e formas de ocupação, áreas de proteção ambiental associada aos diferentes modos de vida de coletividades locais e suas práticas espaciais (ribeirinhos, extrativistas, quilombolas, etc.) (Pereira et al., 2009; Santos et al., 2020).

Figura 2- Localização da Costa de Manguezais de Macromarés da Amazônia.



Fonte: Souza-Filho, 2005.

Procedimentos Metodológicos

Foram utilizados: (i) dados de uso e cobertura da terra, para os anos de 1985 e 2018, obtidos na base de dados do projeto MapBiomias (2018); (ii) unidades de conservação em áreas urbanas e rurais; (iii) unidades da paisagem, e (iv) áreas de influência da infraestrutura. O tratamento dos dados espaciais foi realizado por meio do software de geoprocessamento QGIS 3.22. Para viabilizar a integração dos dados, foi estabelecida a escala de análise de 1:250.000, o que resultou na definição de uma área mínima mapeável de 2,5 km². Como metodologia analítica o Modelo DPSIR serviu para analisar a ZCPA considerando suas características sistêmicas baseadas na paisagem e no território, abordagem em que aspectos físicos, sociais e culturais possibilitam uma visão integrada da relação homem-meio. Nesta perspectiva, o DPSIR (Força Motriz, Estado, Pressão, Impacto e Resposta) direciona para a compreensão holística da realidade ambiental, sendo um modelo conceitual que pode ser considerado como uma ferramenta de decisão. De modo operacional, o DPSIR considera que a Força (F), Pressão (P), e Estado (E) referem-se as causas do problema, enquanto que o Impacto (I) apresenta-se como o problema propriamente dito, sendo apresentada conseqüentemente uma Resposta (R) para problemática em questão. Porém, importa dizer que as respostas geralmente correspondem a ações gerenciais que podem ser direcionadas a todos ou a qualquer elemento do modelo (Martins, 2016). O presente artigo parte de uma análise integrada da gestão da ZCPA, considerando sua relação com os instrumentos estabelecidos pela legislação ambiental. Posteriormente, será realizada a caracterização geoambiental da área de estudo, seguida da aplicação do modelo DPSIR.

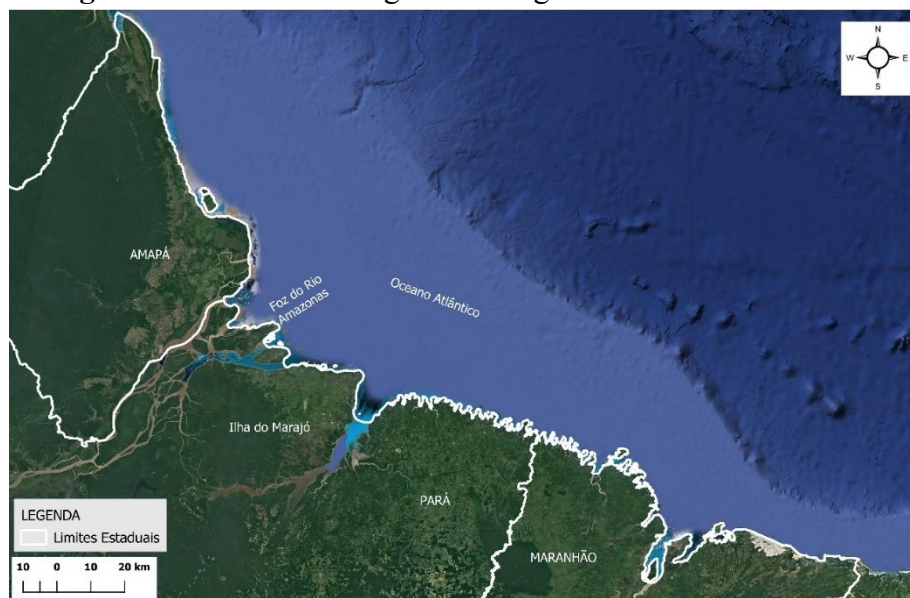
Resultado e Discussão

Aspectos geoambientais do litoral Norte Amazônico e Paraense

A Zona Costeira Paraense (ZCPA) encontra-se na Zona Costeira Amazônica (ZCA), estando associada às condições hidrogeomorfológicas existentes na região, onde predomina a planície costeira com uma extensa linha de costa que se estende desde o sistema regional Guiano-Amapaense até o sistema Pará-Maranhão (Prost e Mendes, 2011), além do planalto costeiro ou tabuleiros. Os processos atmosféricos, oceanográficos e continentais recorrentes (forçantes físicas que atuam a nível regional) na ZCA são contínuos no tempo e no espaço e são responsáveis pela formação de sistemas deposicionais com características geomorfológicas e sedimentológicas muito peculiares, que dão suporte ecológico a diferentes ecossistemas, a exemplo das planícies de maré lamosa que condicionam a existência, entre outros ecossistemas, das florestas dos manguezais (Prost e Mendes, 2011; Nascimento Jr. et al., 2013). Prost e Mendes (2011), esclarecem que o sistema de dispersão da carga hidro-sedimentar do rio Amazonas e de seus mecanismos de funcionamento (Figura 4) atuam como o grande elemento divisor na ZCA, que interferem diretamente na ZCPA, pois a formação da pluma turbida do

Amazonas mantém em suspensão os sedimentos que são transportados para o largo do delta e avança no sentido NNW (costas do Amapá, Guiana Francesa e Suriname, que têm uma dinâmica costeira totalmente diferente), cujas lentes d'água formadas são independentes e são deslocadas em função da direção e intensidade dos ventos, e de outro lado, tem-se o litoral paraense (e parte do maranhense) caracterizado por uma linha de costa extremamente recortada com estuários e restingas, que sofre também influências da pluma turbida do Oceano Atlântico. Os autores citados delimitaram, para melhor compreensão desse processo expresso na Figura 3, os macrocenários geomorfológicos da costa amazônica. Há um grande número de reentrâncias na linha de costa, entrecortada por baías típicas de submersão formadas em consequência do aumento do nível do mar. O litoral amazônico é constituído por uma variedade de espécies que fazem parte de um mosaico de ecossistemas de grande potencial paisagístico, econômico e cultural que caracterizam a sua diversidade e seus múltiplos usos. A distribuição, estrutura e funcionamento dos ecossistemas costeiros dependem, além da situação geográfica e espacial, do comportamento das correntes oceânicas de superfície correspondentes a três forçantes: a forçante oceânica, a qual está relacionada a circulação oceânica geral - correntes Norte Equatorial e das Guianas) que sofre interferência localmente moldada pela forçante atmosférica, apresentando forte vulnerabilidade; O sistema de dispersão do Amazonas (forçante Amazônica) que compreende as variações da zona de convergência intertropical (ZICT ou FIT), responsável pelo regime de ventos alísios e pelo ritmo anual de precipitações) e de processos atmosféricos e hidrodinâmicos (forçante atmosférica) (Pereira et al. 2009; Prost e Mendes, 2011).

Figura 3- Macrocenários geomorfológicos da Costa Amazônica.

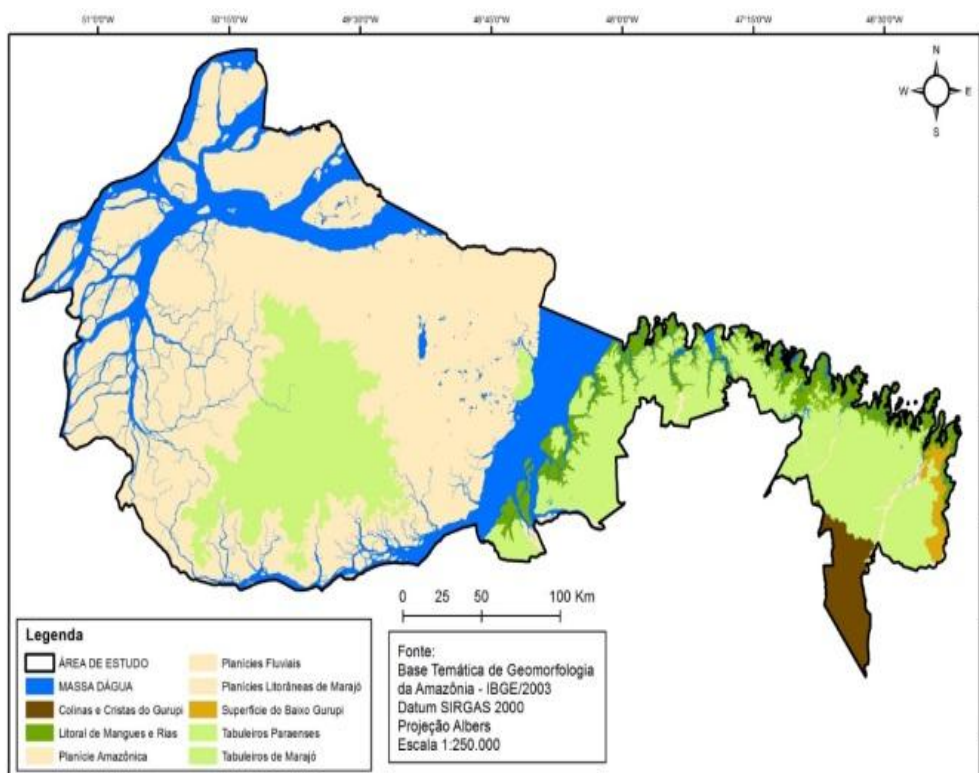


Fonte: Adaptado de Prost e Mendes, 2011.

Associada à dinâmica hidrogeomorfológica e sua importância na manutenção dos ecossistemas costeiros da Amazônia, o IBGE (2011) propõe a implementação de áreas

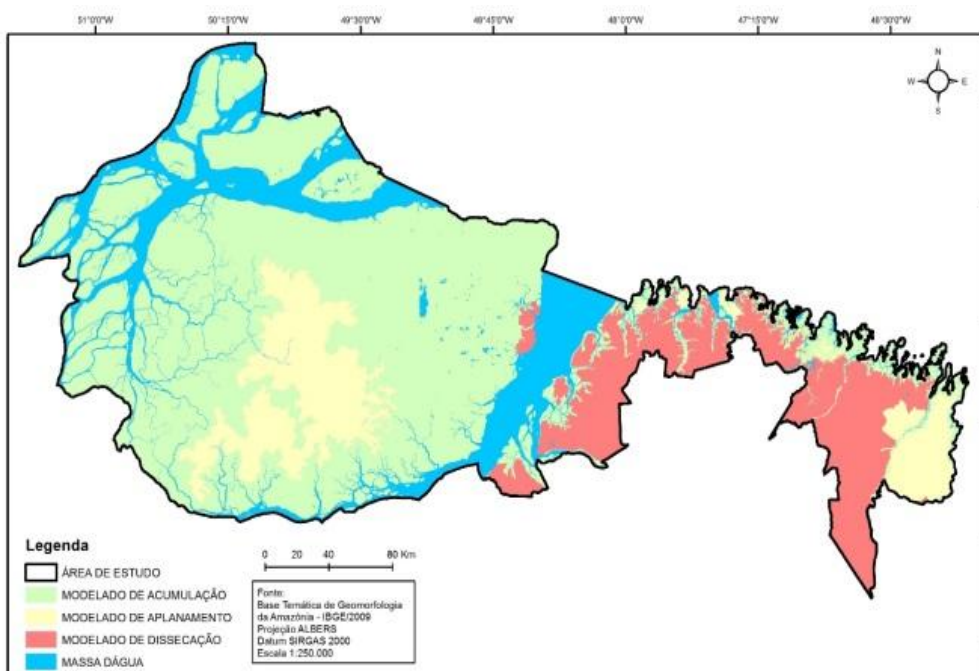
prioritárias para a conservação (APC) e o uso sustentável, tais como, praias, dunas, restingas, mamíferos marinhos, peixes, etc. A política ambiental do Estado do Pará apresentou como um de seus objetivos a implementação de instrumentos ambientais, como o Programa de Gerenciamento da Zona Costeira do Estado do Pará (GERCO/PA), visando o planejamento e gestão de atividades socioeconômicas direcionadas para zona costeira. Em maio de 2020, o Governo do Pará aprovou a Lei 9.064, de 25 de maio de 2020, que institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro do Pará (PEGC/PA) com a perspectiva de se elaborar o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC) em atenção à Política Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). De acordo com Rocha et al. (2018a) as unidades de paisagem que se destacam na ZCPA são: tabuleiros, planície costeira, planície fluvial e planície de mangue (Figura 4). Ademais, entendemos que tais unidades possuem características similares quanto ao modelado, o que pode servir de parâmetro para determinar áreas mais suscetíveis a impactos negativos advindos da apropriação da paisagem. Assim, temos dois mapas (Figuras 4 e 5) que demonstram a presença das unidades geomorfológicas e das características do modelado da área de estudo. O termo modelado diz respeito a um padrão de formas de relevo que possuem similaridades geométricas baseadas tanto em mesma gênese como em processos morfogenéticos iguais, o que gera os materiais correlativos superficiais (IBGE, 2009). Vale destacar que na porção insular a predominância é o modelado de acumulação e na porção continental é o modelado de dissecação, o qual tanto possui a maior densidade populacional como é o mais suscetível a impactos negativos. Essa caracterização demonstra a diversidade de paisagens presentes, implicando na complexidade de estudar esse ecossistema, podendo ser observado na linha de costa, que sofre efeitos relacionados a processos naturais e a ação antrópica, resultando em consequências negativas para as atividades econômicas realizadas nesse espaço. Rocha et al. (2018a) destacam que os tabuleiros costeiros (planalto rebaixado da Amazônia) apresentam cotas altimétricas até 60m, e no Pará estão relacionados a formação holocênica, correspondentes a formas topográficas semelhantes a planaltos.

Figura 4- Mapa das Unidades Geomorfológicas da Zona Costeira Paraense (ZCPA)



Fonte: Os autores (2020).

Figura 5- Mapa do Modelado da Zona Costeira Paraense (ZCPA).



Fonte: Os autores (2020).

Em relação à planície costeira, os autores consideram sua formação geomorfológica constituída por um conjunto de formas de relevo planas ou suavemente onduladas, posicionadas a baixa altitude, em geral, em que os processos de sedimentação superaram os de erosão. As planícies costeiras da Amazônia, como explicado anteriormente, estão relacionadas à processos de sedimentação influenciadas pelo sistema de dispersão do rio Amazonas (Forçante Amazônica). No estado do Pará os principais municípios correspondentes as planícies costeiras são: Colares, São Caetano de Odivelas, Salinópolis, Quatipuru, onde se destacam atividades ligadas às praias (turismo) e a pesca artesanal e, especialmente, industrial. A importância de se compreender as unidades de paisagens presentes na ZC traduz um direcionamento que pode subsidiar o planejamento ambiental, considerando os usos que estejam de acordo com as especificidades das paisagens, contribuindo para identificação de ambiente de baixa ou nenhuma antropização que podem fomentar sua preservação, com fins de compatibilizar o uso e a conservação dos recursos naturais presentes no território. Conceitualmente, a paisagem é um termo polissêmico que pode ser interpretado sob diferentes aspectos (social, econômico, político, cultural, etc) cuja análise espacial considera a relação sociedade-natureza enquanto processo característico de sua dinâmica que resulta em processos paisagísticos (Passos, 2017). A paisagem é uma categoria geográfica que precisa ser mais utilizada em estudos envolvendo o ordenamento territorial, por ser capaz de relacionar diferentes aspectos denominados de recursos ambientais (conceito estabelecido na Política Nacional de Meio Ambiente, art. 3º, inciso V, Lei Federal Nº 6.938/1981), tais como: naturais, referentes à dinâmica paisagística; social, resultado da ação antrópica e aspectos culturais, ligados a sua apropriação imaterial em relação às amenidades físicas (rios e florestas) que compõem os elementos da biosfera. Essa forma de compreensão da paisagem e sua dinâmica espacial como resultado de processos paisagísticos, Passos (2017) denomina de “POLISISTEMA” (combinação de sistemas natural, social, econômico, cultural etc). A paisagem da ZCPA é marcada por problemas semelhantes da Zona Costeira Brasileira (ZCB) decorrentes da ocupação e uso, sempre relacionados ao desmatamento, aterros, despejos de esgotos, contaminação por poluição, construções, pesca predatória, dentre outros, em desacordo com a legislação ambiental. A degradação dos manguezais, ambiente de extrema resiliência e rico em sua diversidade ambiental e ecológica, demonstra a necessidade de estudos que possam avaliar os limites de suporte das paisagens desse importante ecossistema costeiro (Rocha et al. 2018a).

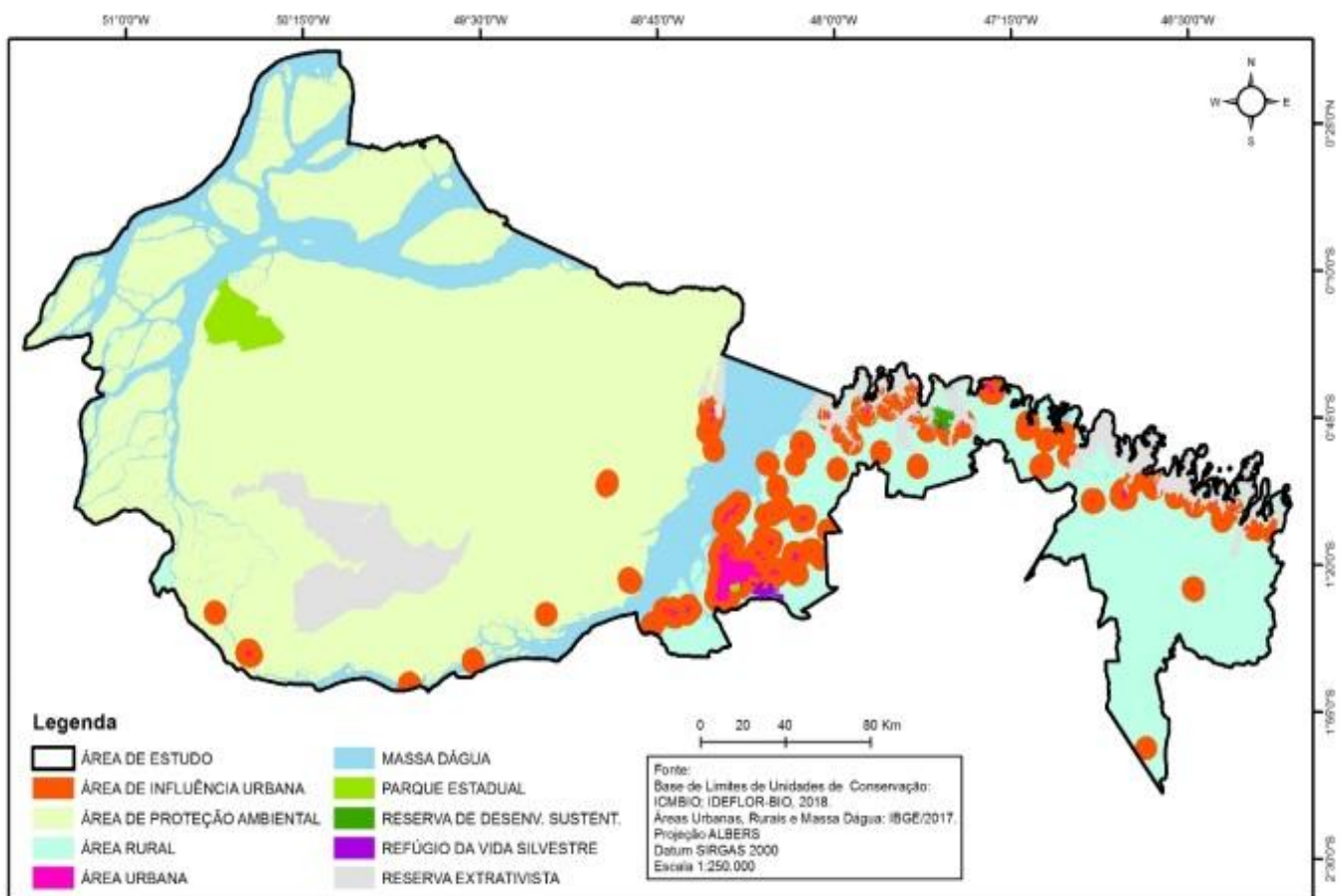
Os vetores de ocupação da zona costeira e as unidades de conservação

A urbanização da orla marítima como sinônimo de inovação urbana da Zona Costeira Brasileira (ZCB) colocou em evidência a necessidade de um planejamento integrado que pudesse atender as demandas sociais e econômicas associadas ao fomento da atividade turística e o impulsionamento da geração de emprego e renda. Por outro lado, esta condição urbana resultou em pressão sobre a paisagem, elevando assim, a vulnerabilidade natural de faixas e trechos costeiros que apresentam características distintas em sua extensão e graus variados de respostas aos processos naturais e atividades

antrópicas relacionadas à erosão e inundação, causada pela elevação do nível médio do mar (Espírito-Santo e Szlafsztein, 2016; Braga e Pimentel, 2019). Desse modo, o desenvolvimento de ações integradas que possam responder aos problemas atinentes à Gestão Integrada da Zona Costeira Paraense (GIZCPA) e que devem compor o planejamento estratégico integrado visando o ordenamento territorial, destacam-se o monitoramento ambiental, a construção de banco de dados ambientais, com a consolidação de políticas ambientais intersetoriais que atendam ao pacto federativo, efetivação da política estadual de gerenciamento costeiro e o planejamento prévio que sua estruturação requer, o desenvolvimento da educação ambiental como política pública nos espaços territoriais selecionados, que considerem as orientações climáticas. Na ZCPA as diversas atividades econômicas existentes determinam os usos dos espaços territoriais que diferenciam-se em razão do vetor do desenvolvimento regional, podendo ser tecno-industrial ou tecno-ecológico (Rocha et al., 2018b).

O primeiro vetor relaciona-se ao avanço da atividade industrial e portuária, conexa às atividades de mineração com destaque para Albrás-Alunorte (Município de Barcarena-PA), além da atividade pesqueira industrial, monocultura do dendê e a pecuária (Nordeste Paraense). Destaca-se que tal vetor de desenvolvimento está vinculado ao avanço e consolidação dos meios técnicos que viabilizam os fluxos de informações, pessoas, produtos, ou seja, forte relação à presença de infraestruturas, as quais geram áreas de influências que vão modificar a paisagem da ZCPA. O segundo vetor está relacionado às áreas protegidas e a presença das populações tradicionais, especialmente pescadores(as) artesanais e coletores de caranguejo. Existe um destaque para o ordenamento territorial costeiro com presença de Unidade de Conservação de Uso Sustentável (UCUS) e de Proteção Integral (UCPI). De acordo com a Lei Federal Nº 9.985/00, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), existem dois grupos de Unidades de Conservação: o grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidade de conservação: I - Estação Ecológica; II - Reserva Biológica; III - Parque Nacional; IV - Monumento Natural; V - Refúgio de Vida Silvestre. E as do grupo de Uso Sustentável com as seguintes categorias de unidade de conservação: I - Área de Proteção Ambiental; II - Área de Relevante Interesse Ecológico; III - Floresta Nacional; IV - Reserva Extrativista; V - Reserva de Fauna; VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável; VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural. A figura 6 representa a classificação das UC presentes na ZCPA, tais como: Área de Proteção Ambiental (APA), Reserva extrativista (RESEX), Refúgio da Vida Silvestre (REVIS), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Parque Estadual (PE). Essa também faz referência Áreas Protegidas que estão sob influência urbana na Zona Costeira Paraense Na ZCPA as Áreas Protegidas correspondem às UC's, tais como: Refúgio de vida Silvestre (REVIS), Parque Estadual (PE) e Parque Ecológico (PE). Áreas de Proteção Ambiental (APA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS).

Figura 6- Áreas Protegidas e de Influência Urbana na Zona Costeira Paraense (ZCPA).



Na Amazônia Paraense a criação de UC resultou de uma preocupação de cunho ecológico e socioambiental em promover o uso sustentável das florestas e de conservação dos recursos naturais visando reduzir a grilagem de terras e evitar o desmatamento ilegal. As florestas do Norte do país são importantes na manutenção do equilíbrio climático do planeta. Além de conservar, a geração de emprego e renda para a população a partir dos usos dos serviços ambientais de produtos florestais não madeireiros nas unidades de uso sustentável (SEMA, 2006). Com base no Cadastro Nacional de UC (CNUC) constata-se o registro de 352 UC na Amazônia, sendo 257 de Uso Sustentável e 76 da categoria RESEX (Santos, et al., 2020). Os autores afirmam também que esta zona está sob constante ameaça, ainda que existam áreas protegidas, o que demonstra os conflitos de uso do território e problemas relacionados a sua gestão. Destaca-se que toda UC deve apresentar uma zona de amortecimento, área circundante a UC num raio de 10 km, estabelecida no ato de criação por força de norma legal, vindo a ser identificada em seu plano de manejo. De acordo com Dios e Marçal (2009) a legislação não quis condicionar um limite único que é indicado na Resolução Conama 13, de 1990. Nesse caso, observa-se que as UC estabelecidas na ZCPA apresentam uma sobreposição de áreas de

amortecimento, o que demonstra a necessidade de controlar os usos desses espaços territoriais prevenindo sua antropização descontrolada. O caso do município de Maracanã (estado do Pará) é muito peculiar, por comportar em toda sua extensão territorial urbana a zona de amortecimento correspondente as UC ali existentes. Pimentel (2019) observa que os municípios de Curuçá, Magalhães Barata, Marapanim, Maracanã e Tracuateua apresentam mais de 30% do seu território pertencentes à RESEX marinha. Trata-se de uma sobreposição conflituosa, embora possibilite a implementação direta de políticas públicas federais nesse território.

Os conflitos socioambientais que se fazem presentes na ZCPA, a exemplo da RESEX Marinha Mestre Lucindo (Marapanim/PA), estão relacionados a distribuição fundiária; degradação ambiental e pesca predatória. Na Praia do Lembe, Marapanim, dois conflitos se sobressaem: a construção irregular de barracas (bares e restaurantes) e o descarte de seus resíduos diretamente no mar/mangue (Santos et al., 2020).

Dios e Marçal (2009) observaram a omissão do SNUC em relação às zonas de amortecimento das UC presentes na Zona Costeira, pois não se delimitou se a zona de amortecimento abrangeria ou não mar adentro. Entretanto, na ZCPA as UC são Reservas Extrativistas Marinhas que possuem seus territórios estendidos para além mar, logo, a zona de amortecimento deve ser no entorno de seus limites marinhos, ambientes no quais se deve controlar o uso dos recursos naturais. A existência de UC na ZCPA é fundamentalmente necessária para garantir a proteção dos ecossistemas que se fazem presentes, como os manguezais que representam um berçário natural de espécies marinhas, podendo afetar diretamente a cadeia alimentar. Desse modo, os territórios protegidos contribuem para preservação e conservação da biodiversidade, que sofre pressão em zonas costeiras pelos diferentes usos que se fazem presentes. A dinâmica da paisagem e os diversos usos do território presentes na ZC apresentam-se como indicadores de sua fragilidade ambiental, base para proposta de ZG destacada neste estudo.

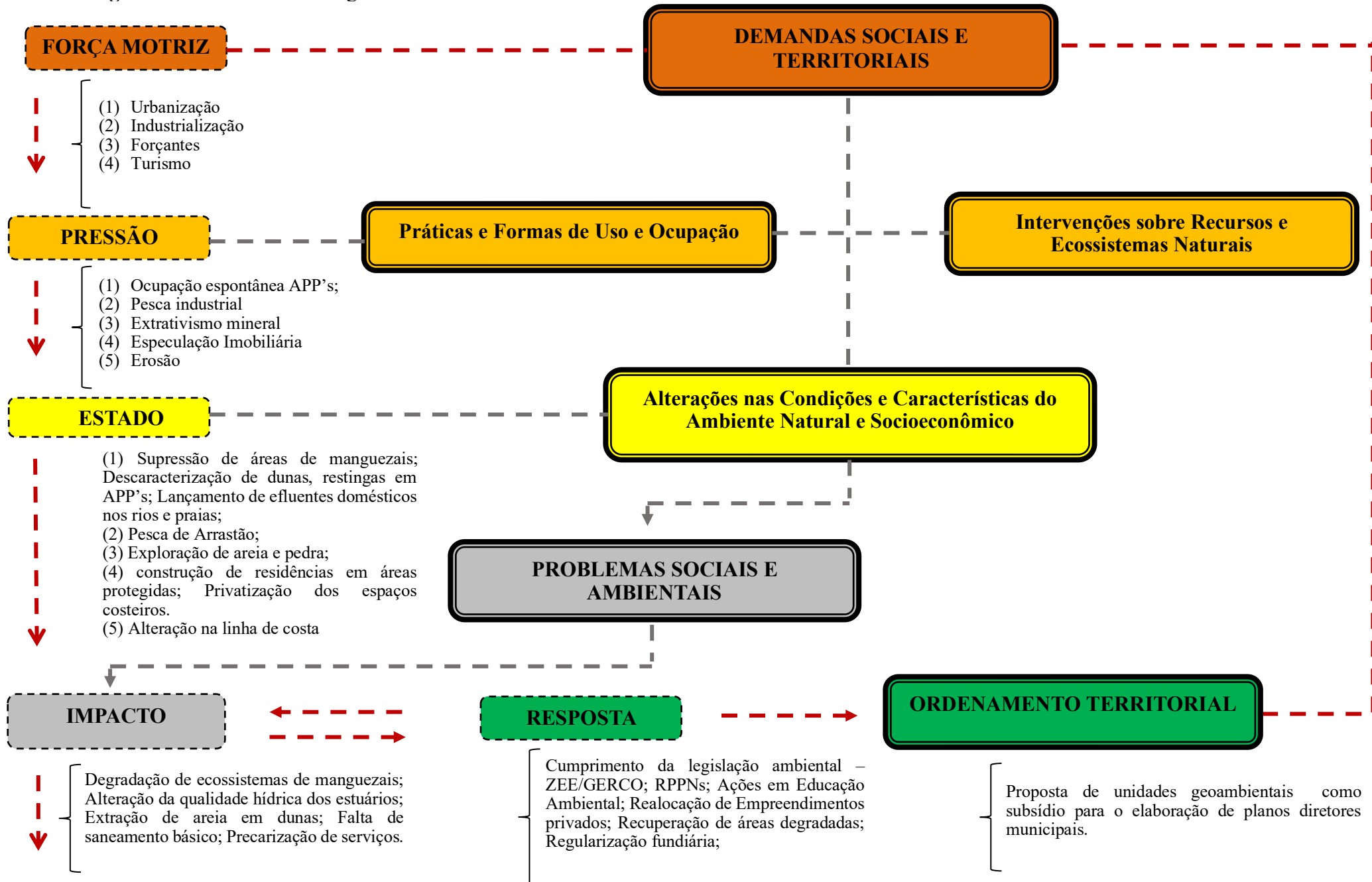
Força Motriz – Pressão – Estado – Impacto – resposta presentes na Zona Costeira Paraense (ZCPA).

Considerando aplicação do modelo DPSIR para o entendimento das conexões relacionadas às dinâmicas territoriais (implicações de uso e cobertura do solo) na ZCPA, a partir das UC existentes, destaca-se a necessidade em garantir a preservação desses espaços vitais para manutenção da diversidade em suas múltiplas dimensões (biológica, social e cultural). Nesse contexto, se busca subsidiar os planos diretores municipais em atenção ao que estabelece a legislação do ZEE no âmbito Federal, Estadual e Municipal. Desse modo, a figura 7 demonstra a aplicação do modelo DPSIR para compreender os processos socioambientais que envolvem a ZCPA, a partir de uma visão integrada da paisagem. O macrozoneamento ecológicoeconômico do estado do Pará aponta para a necessidade de se pensar ordenamento territorial dos recursos naturais tendo em vista sua preservação, conservação e ocupação das atividades econômico-produtivas, bem como,

assegurar a compatibilização dos diferentes usos do território de acordo com as tendências do desenvolvimento regional e o desenvolvimento técnico científico informacional em que suas fronteiras naturais sejam preservadas (SEMA, 2006).

A utilização do modelo DPSIR garante a compreensão da dinâmica natural da paisagem; ocupação e uso do solo e impactos e respostas em relação à ZCPA, resultando em contribuições ao ordenamento territorial. O objetivo desta proposta é subsidiar os planos diretores municipais dando aos usos da ZCPA a partir das UC, destacando a Força Motriz (F), Pressão (P), e Estado (E) como as causas do problema que interferem no seu ordenamento, estando associados ao Impacto (I), que por sua vez, modifica a dinâmica da paisagem costeira.

Figura 7- Modelo DPSIR e a gestão ambiental na zona costeira do estado do Pará.



Fonte: Os autores (2020).

Os planos municipais de gerenciamento costeiro

A LEI Nº 9.064, DE 25 DE MAIO DE 2020, Instituiu a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC/PA). Na referida política estadual são estabelecidos os limites e a abrangência geográfica da zona costeira. Conforme estabelecido no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC foi constituído pela Lei 7.661, de 16/05/88), institui o município como referência espacial e territorial. Logo, a zona costeira passa a ser definida a partir dos limites municipais, unidades de gestão territorial por excelência. A Zona Costeira do Estado do Pará, abrange 47 municípios, integrados em cinco setores:

Art. 6º A faixa terrestre da Zona Costeira, para fins da Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, é

composta por 47 (quarenta e sete) municípios subdivididos em 5 (cinco) setores:

I - Setor 1 – Marajó Ocidental: Afuá, Breves, Anajás, Chaves, São Sebastião da Boa Vista, Curralinho,

Melgaço, Portel, Bagre, Oeiras do Pará e Gurupá;

II - Setor 2 – Marajó Oriental: Santa Cruz do Arari, Soure, Salvaterra, Cachoeira do Arari, Ponta de Pedras

e Muaná;

III - Setor 3 – Continental Estuarino, considerando a Região Metropolitana de Belém: Abaetetuba,

Barcarena, Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará, Inhangapi e Castanhal;

IV - Setor 4 – Flúvio-Marítimo: Colares, Vigia, Santo Antônio do Tauá, São Caetano de Odíveas, São João

da Ponta, Curuçá, Terra Alta, Marapanim, Magalhães Barata e Maracanã; e

V - Setor 5 – Costa Atlântica Paraense: Santarém Novo, Salinópolis, São João de Pirabas, Primavera, Quatipuru, Capanema, Tracuateua, Bragança, Augusto Corrêa e Viseu.

No Art. 7º Aplicam-se para a gestão da Zona Costeira os seguintes instrumentos, de forma articulada e integrada: I - Plano de Capacitação e Difusão de Conhecimentos sobre a Zona Costeira; II - Plano de Gestão Integrada da Orla (PGI); III - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC); IV - Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC); V - Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC); VI - Sistema de Avaliação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro; VII - Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO); VIII - Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira Estadual (SMA-ZC); e IX - Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC).

Destarte, esses instrumentos tem uma importância cabal para o ordenamento territorial dos espaços costeiros. São planos e sistemas de informações definidos e de ação escalar e abrangência diferenciadas. Mas são concorrentes no que concerne a gestão compartilhada da zona costeira entre os entes federativos.

Entretanto, cabe destacar os Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro. Os Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro (PMGC) serão elaborados de modo que se estabeleçam claramente as orientações necessárias e suficientes à ordenação do uso e ocupação da ZC, em suas Faixas Terrestre e Marítima, a fim de proporcionar melhor qualidade de vida aos respectivos municípios.

O Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro - PMGC, legalmente estabelecido, deve explicitar os desdobramentos do PNGC e do PEGC, visando a implementação da Política Municipal de Gerenciamento Costeiro, incluindo as responsabilidades e os procedimentos institucionais para a sua execução.

Na Zona Costeira do Estado do Pará, deve-se observar as peculiaridades relativas aos ambientes, *stricto sensu*, e socioeconômicas presentes. No primeiro caso, as unidades de paisagem que se destacam na ZCPA são: tabuleiros, planície costeira, planície fluvial e planície de mangue. Essas unidades, apresentam características morfológicas e litológicas assim como ecológicas, que atestam níveis diferenciados de sensibilidade quanto aos usos e a gestão. No segundo caso, Os critérios socioeconômicos, por sua vez, são derivados diretamente do uso da zona costeira pelas atividades humanas e os critérios gerados pela gestão e organização das atividades humanas, que são principalmente de natureza normativa e regulatória.

Esse quadro, de características ambientais e socioeconômicas, na realidade, ocorre em toda a Zona Costeira do Estado do Pará, o que possibilita identificar, com certa clareza, a existência de duas estruturas espaciais herdadas: a primeira diz respeito à zona de planícies aluviais e planícies de mangue, onde predominantemente ocorrem o extrativismo e a pesca; a segunda diz respeito à zona dos tabuleiros e à planície costeira, dominada por minifúndios da agricultura familiar. O detalhamento das características dessas estruturas espaciais são referências espaciais importantes para os Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro, determinando o Zoneamento Ambiental Municipal (ZAM), sobre o qual o PMGC seria elaborado.

Conclusões

Os estudos costeiros apontam para uma necessidade imperativa em garantir a GIZC tendo por base fundamentos teóricos e metodológicos sólidos que condicionam iniciativas de planejamento ambiental no Brasil que requer o desprendimento de políticas setoriais e garantam a funcionalidade intersetorial das políticas ambientais no desenvolvimento institucional com vistas à conservação e preservação ambiental dos ecossistemas. O estudo da paisagem integrada através das unidades geoambientais associadas as UC da ZCPA apresentada se coaduna a realidade dos processos relacionados à GIZC considerando as características físicas e humanas dos ambientes existentes. A abordagem sistêmica do DPSIR (Força, Pressão, Estado, Impacto, Resposta) da relação de causa e efeito dos processos naturais e antrópicos da ZCP possibilitou gerar uma proposta de GIZCPA (gestão Integrada da Zona Costeira Paraense). As UC foram referências para a GIZCPA e sua delimitação espacial, sendo um dos indicadores principais para análise da fragilidade ambiental dos ecossistemas em que estão inseridas somados à infraestrutura, uso do solo e unidades geomorfológicas. A intensidade de uso do solo permitiu verificar a pressão sobre as paisagens protegidas na ZCPA que vem comprometendo a sua sustentabilidade ambiental, gerando conflitos relacionados aos diversos tipos de usos do solo o que requer a adoção do planejamento estratégico, ponto de partida para a implantação de uma política de ordenamento territorial a exemplo dos Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro.

Referências

Assembleia Legislativa do Estado do Pará. Política Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC/PA). Lei n. 9.064 de 25 de Maio de 2020. Diário Oficial n. 34.234/2020.

Brasil. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o artigo. 225, §1º; Incisos I, II, III e VII, da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação. Brasília, DF, 2000. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso: 03 de Julho de 2020.

Brasil, Lei Federal N ° 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso: 03 de Julho de 2020.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso: 01 de Janeiro de 2017.

Braga, R. C.; Pimentel, M. A. S.; 2019. Índice de vulnerabilidade diante da variação do nível do mar na Amazônia: estudo de caso no município de Salinópolis-Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física* [Online] 12 (2). Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v122.p534-561>. Acesso: 13 de junho de 2020.

Dios, C. L.; Marçal, M.; 2009. Legislação Ambiental e a Gestão de Unidades de Conservação: O caso do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba-RJ. In: Guerra, A.; Coelho, M. (Org), *Unidades de Conservação: Abordagens e características Geográficas*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 173-228.

Casemiro, M. B.; Barra, O. A. O. L.; Vasconcelos, F. P; Oliveira, F. M.; 2018. Planejamento Ambiental Costeiro No Brasil: um olhar crítico sobre o Projeto Orla. *InterEspaço Grajaú/MA* v. 4, n. 14 maio/ago, 67-89.

Espirito-Santo, C. M.; Szlafsztein, C. F.; 2016. Gestão de risco de desastres em planos diretores de três municípios da zona costeira do estado do Pará, Brasil. *Journal of Integrated Coastal Zone Management* [Online] 16(2). Disponível:< <http://dx.doi.org/10.5894/rgci613>> Acesso: 07 de dezembro de 2019.

Flores, M. S. A.; 2018. Resex's Marinhas no Litoral Paraense: acesso a direitos territoriais do desenvolvimento. In: Rocha, G.M, Moraes, S. C (Org). *Uso do território e gestão da zona costeira do Estado do Pará*. NUMA/UFPA, Belém, Belém, 93-112.

Gonçalves, A. C. O.; Rocha, G. M.; 2018a. Desenvolvimento Territorial na Reserva Marinha de São João da Ponta-PA. In: Rocha, G. M; Moraes, S. C (Organizadores). *Uso do território e gestão da Zona Costeira do Estado do Pará*. NUMA/UFPA, Belém, Belém, 223-235.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. *Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil*. IBGE, Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, 173.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. *Manual Técnico de Geomorfologia*. IBGE, Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, 182.

Larid, M.; 2015. L'apport du retour d'expérience au processus de gestion intégrée des zones côtières », Méditerranée [Online], 125. Disponível: <https://doi.org/10.4000/mediterranee.8091>. Acesso: 27 de junho de 2020

Martins, F.; 2016. Caracterização limnológica e aplicação do modelo DPSIR visando à avaliação integrada de bacias hidrográficas lacustres. *Ambiência Guarapuava* [Online] 12 (2).

Disponível:<<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/3558/pdf>
>Acesso: 03 de março de 2019.

Nascimento Jr. W. R.; Souza-Filho, P. W. M. C.; Lucas, R. M.; Rosenqvist, A.; 2013. Mapping changes in the largest continuous Amazonian mangrove belt using object-based classification of multisensor satellite imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* [Online] 117 (20). Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.10.005>.

Passos, M. M.; 2017. A paisagem, uma ferramenta de análise de territórios emergentes na interface entre natureza e sociedade: o vale do Guaporé: Jauru/MT-Brasil. *Cadernos de Geografia* [Online] 36. Disponível: https://doi.org/10.14195/0871-1623_36_3. Acesso: 12 de maio de 2020.

Pereira, L. C. C. J.; Dias, J.A.; Carmo, J. A. C.; Polette, M, 2009. A Zona Costeira Amazônica Brasileira. *Revista de Gestão Costeira Integrada* [Online] 9 (2). Disponível: 10.5894/rgci172. Acesso: 10 de maio de 2020.

Prost, M., Mendes, A.; 2011. Dinâmica morfosedimentar dos manguezais amazônicos: Guiana Francesa, Amapá e Pará. In: Castro, E; Mendes, A; Prost, T. (Org). *Ecossistemas Amazônicos: dinâmicas, impactos e valorização dos recursos naturais*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 17-33.

Pimentel, M. A. S.; 2019. Comunidades tradicionais em reservas extrativistas marinhas no estado do Pará: Conflitos e resistências. *Ambientes* [Online] 1, (1). Disponível: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/download/22690/14254>. Acesso: 03 de julho de 2020.

Rocha, G. M.; Souza, G. B. N.; Soares, D.A.S.; 2018a. Unidades de paisagem e morfologia na Zona Costeira. In: Rocha, G.; Moraes, S. (Org). *Uso do território e gestão da zona costeira do Estado do Pará*. NUMA/UFGA, Belém, 35-47.

Rocha, G. M.; Soares, D. A. S.; Moraes, S. C; 2018b. Estruturas Espaciais, Dinâmicas Territoriais e Vetores de desenvolvimento da Zona Costeira Paraense. In: Rocha, G; M, S. C (Org). *Uso do território e gestão da zona costeira do Estado do Pará*. NUMA/UFGA, Belém, 49-74.

Santos, M; Canto; O; Bastos, R. Z. Fenzl, N; Tapiassu, L; Sombra, D.; 2020. Conflito e gestão ambiental na zona costeira amazônica: O caso da vila do Camará, reserva extrativista (RESEX) marinha mestre lucindo, Marapanim – Pará – Amazônia – Brasil. *Brazil. Brazilian Journal of Development* [Online] 6 (3). Disponível: 10.34117/bjdv6n3-439. Acesso: 14 de junho de 2020.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2006. Unidades de Conservação do Estado do Pará na Região da Calha Norte do Rio Amazonas, Belém, 14.

Silva, L. M.; Silva, B. Q.; Schuler, C. A. B, 2018. Utilização de Cartas Imagem para caracterização do zoneamento urbano. *Revista Brasileira de Geografia Física* [Online] 11 (4). Disponível: [10.26848/rbgf.v11.4.p1401-1415](https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.4.p1401-1415). Acesso: 03 de junho de 2020.

Souza Filho, P. W.; 2005. Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geografia Física* [Online] 23(4). https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-261X20050004000006&script=sci_arttext.

ACÇÕES INTEGRADAS E PROPOSITIVAS À GESTÃO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA ZONA COSTEIRA

Flávio Rodrigues do Nascimento

1) Complexidade ambiental da zona costeira e gestão de espaços

A interface continente-mar faz da gestão e do planejamento ambiental do litoral, muito complexo e imperativo. O desenvolvimento, aprimoramento e aplicação de leis e dos Planos Nacional de Gerenciamentos Costeiros (PNGC I e II), assim como de sua operacionalização pelo Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro/GERCO são indispensáveis à Zona Costeira do Brasil. Adicione-se a ampliação da Governança, a proteção ambiental pelos agentes produtores do espaço e, sobretudo, pelos tomam decisões políticas, como medidas fundamentais para complexidade ambiental dos ambientes que formam a zona costeira.

Nesta direção, importante instrumento de comando e controle para gestão da zona costeira é o Gerco desde 1999. Ele define linhas prioritárias de ações para desdobramento de projetos executivos de gestão integrada. O foco é a mediação de conflitos e a busca de parcerias para tomada de decisões.

Deste modo, ao se estudar o litoral não seria suficiente tratar somente de impactos ambientais ou territoriais locais. Há sempre um jogo de escala que é transversal ao local na zona costeira, que vem negando o idílico, cumulativo que é ao regional como forma-conteúdo de uma economia vis-à-vis mundializada. A “verticalidade do capital x banalização dos espaços, açodam este panorama, segundo NASCIMENTO (2018). Por isso mesmo, os problemas de degradação ambiental na zona costeira - sejam físicos, sejam humanos, ou ambos concomitantes -, assumem linhas de forças e magnitudes cumulativas e crescentes.

Portanto, a zona costeira com suas paisagens e ecossistemas associados, os territórios e seus povos (sobretudo os tradicionais), todos de alta sensibilidade e muitos até vulneráveis, estão perdendo proteções legais e institucionais. Ao tempo que o poder do capital vai diferenciando e selecionando territórios produtivos. E como ratificaram Lima, Nascimento e Meireles (2017), a zona costeira é lócus destas astúcias.

Constituintes de resultados práticos disso, o tão propalado “passando a boiada” na República Federativa do Brasil de 2020, as queimadas no Pantanal em fins daquele mesmo ano, ou o derramamento de óleo na Costa Leste do Brasil, são provas, não só da ineficiência ou paralização - por diversos motivos - dos órgãos ligados ao Sistema Nacional do Meio Ambiente /SISNAMA. Mas e, sobretudo, é função de uma política que concorre para isso. Ou seja, há um avanço brutal na desregulamentação ambiental do país

E por isto mesmo, os problemas fundiários, variados conflitos, privatizações de terrenos de marinhas e de povos tradicionais, degradações de diversas etiologias, a instalação de grandes projetos ao longo da linha de costa, agravam essa conjuntura.

A par dessa conjunção, os *Hotspots* da Zona Costeira são a conservação e proteção dos recursos naturais, dos sítios ecológicos de relevância cultural e, também, de

monumentos que integram o patrimônio natural, considerados pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.

Neste caminho, a metodologia do Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima – Projeto Orla, demanda enquanto Instrumentos de Apoio ao Planejamento, a necessidade da realização de um Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro - ZEEC. O ZEEC faz parte da “aplicação de diretrizes gerais de disciplinamento de uso e ocupação de um espaço que constitui a sustentação natural econômica da zona costeira, a Orla Marítima” (PROJETO ORLA, 2002p.3). Este projeto lembra também que a zona costeira do Brasil é oficialmente constituída pelo mar territorial e pelo conjunto dos territórios dos municípios que integram o espaço de atuação do PNGC II.

O ZEE constitui um dos aspectos da política administrativa cuja finalidade é resguardar o bem-estar público. Esse instrumento de gestão está regulamentado por lei na Política Nacional de Meio Ambiente – Lei nº 6.938 de 31/8/1981 e Decreto nº 88.351 de 01 de junho de 1983.

Não obstante, como todo ZEE demanda um diagnóstico ambiental integrado, enquanto base, nivelamento e levantamento de informações circunstanciada sobre fatores físicos e humanos (socioeconômicos e territoriais), o seguinte trabalho traz uma contribuição neste sentido à gestão e planejamento ambiental na Zona Costeira da Mesorregião do Arquipélago de Marajó, no Pará.

Para este momento, foram destacadas metodologias com sistemáticas operacionais que tratem dos seguintes aspectos: bases teóricas e estratégias da pesquisa; estratagema para estruturação geoambiental do Arquipélago do Marajó; uso e ocupação da terra e a degradação ambiental; os sistemas ambientais conforme a capacidade de suporte e diretrizes.

Nesse panorama, a materialização deste trabalho pode conduzir a formas adequadas de utilização de ambientes costeiros, fluviais e insulares, em especial quanto ao disciplinamento de uso e ocupação da terra. Aí o Marajó é evidenciado em uma complexidade espaço-temporal com suas pluralidades e complexidades ambientais (físicas e humanas), que precisam ser mais bem compreendidas face ao desafio da gestão e planejamento ambiental em zona costeira.

Por isto mesmo, faz-se necessária a elaboração de um diagnóstico que tenha como objetivo geral: pesquisar e avaliar os recursos naturais no Arquipélago do Marajó, com estabelecimento de diretrizes e ações prioritárias a gestão e planejamento ambiental.

Com isto, foram selecionados objetivos específicos para o escopo aqui comedido:

- a) Estabelecer diretrizes e ações correlatas para o fomento às atividades produtivas sustentáveis.
- b) Apontamento de políticas públicas em nível regional e local para ações prioritárias de inclusão social e cidadã, com base em melhor conhecimento do meio ambiente.
- C) Criar diretrizes com base na potencialidade e limitações de uso dos recursos naturais.

1.1) Costa Amazônica e Arquipélago do Marajó

A Ilha do Marajó pertence à Região Portel-Marajó, de modo mais preciso à Sub-Região do Arquipélago do Marajó. Situa-se no extremo norte do Estado do Pará, entre os limites: norte o Estado do Amapá e o Oceano Atlântico; ao sul o rio Pará; a leste a Baía do Marajó; e a oeste o estado do Amapá. Ocupa uma área superior a 59.308 km² (considerando a soma da área de seus municípios componentes), ou cerca de 4,7 % do Estado (LIMA et., 2005, p. 66)”.

A Figura 01 mostra a Região de Integração/Mesorregião do Arquipélago de Marajó e sua Zona Costeira no Pará. Não obstante, o foco deste ensaio é sobre a zona costeira do Arquipélago do Marajó.

Pode-se afirmar que no Arquipélago há um diversificado mosaico de sistemas ambientais que vem sofrerem agudas transformações motivadas pelo processo histórico de uso e ocupação da terra, bem como por novas frentes de ocupação. Bom lembrar que os sistemas ambientais Marajoaras tendem a apresentar um arranjo espacial decorrente da similaridade de relações entre os componentes naturais, que podem ser de ordem climato-hidrológica (LIMA et.; 2005), Morfoestrutural e Morfoclimático (FERREIRA, 2005.) – só para ficarmos nestas duas propostas. Os padrões, tipos e dinâmicas de suas paisagens são diversificados. Tal diversidade é acrescida de parâmetros costeiros à medida que há contato com a linha de costa. Áreas potamais como estas, são complexas, vastos e comuns na região.

A despeito disso, a Bacia do rio Amazonas é por demais complexa e diversa em seus sistemas e condições hidrogeográficas (PINHEIRO et al.; 2020). Em sua porção terminal, associada ao Arquipélago do Marajó, essa complexidade assume nuances mais expressivas em sua comunicação com o mar e seus parâmetros e efeitos costeiros.

Brasil (1995) diz que a zona costeira do estado do Pará está dividida em três setores distintos: a) costa atlântica do salgado paraense; b) costa continental e estuarino; e c) costa insular e estuarino. Portanto, naquilo que faz o repartimento da Zona Costeira do Marajó, o Arquipélago apresenta estes complexos mosaicos de costas. Estes podem ainda ser classificados e discriminados assim: ai) Complexos de rias do Nordeste do Pará, também chamado de Zona Salgada. Bi) Foz da Baía do Marajó, com rios Tocantins e Araguaia; e, ci) Foz do rio Amazonas, que se estende do Oeste Marajoara até o Amapá, ao Norte. No setor sul deste macrocompartimento, há um delta inferior com o rio Pará se comunicando com o rio Amazonas através de um sistema de furos, com múltiplos canais, paranás e ilhas.

Durante as cheias muitos se comunicam, e nas secas ou águas baixas o sistema fluvial fica mais aparente. Lima et a., (2005) dizem que a densidade de feições fluviais se interliga e dificulta a definição morfológica de bacias hidrográficas. Entrementes, proporam dividir os sistemas de drenagem do Marajó em 3 (três) bacias: a do rio Anajás (maior bacia, com ilhas, furos, igaraés e canais) e as bacias dos rios Pracaúba e Canaticú

O Arquipélago de Marajó, a rigor, forma maior ilha de influência fluviomarinha do mundo. Há enorme complexidade de planícies e canais - planície fluviomarinha, planície fluviolagunar, paleocanais e zonas nundáveis – com alguns chegando a sofrer com movimentações neotectônicas durante o pleistocênicos, com falhas direcionais e normais.

Segundo França (2003), as morfoestruturas da Ilha de Marajó são compostas pelos Planalto Rebaixado da Amazônia e Planície Amazônica. O Planalto Rebaixado da Amazônia (Planalto do Baixo Amazonas ou Pediplano Pleistocênico) é composto por sedimentos Terciários e Quaternários do Grupo Barreiras/Pós-Barreiras e dá origem ao Planalto Costeiro. Por seu turno, a Planície Amazônica é composta por sedimentos holocênicos lamosos e arenosos, relativos a um relevo plano de baixas altitudes. Faz parte do domínio morfoclimático das planícies inundáveis recobertas por campos e por vegetação pioneira de mangues.

As unidades morfológicas da Planície Amazônica em contato com os rios regionais, constituem a planície fluvial colmatada ou aluvial, com influência estuarina e marinha, compondo planícies flúviomarinhas ou planície costeira (BARBOSA et al., 1974).

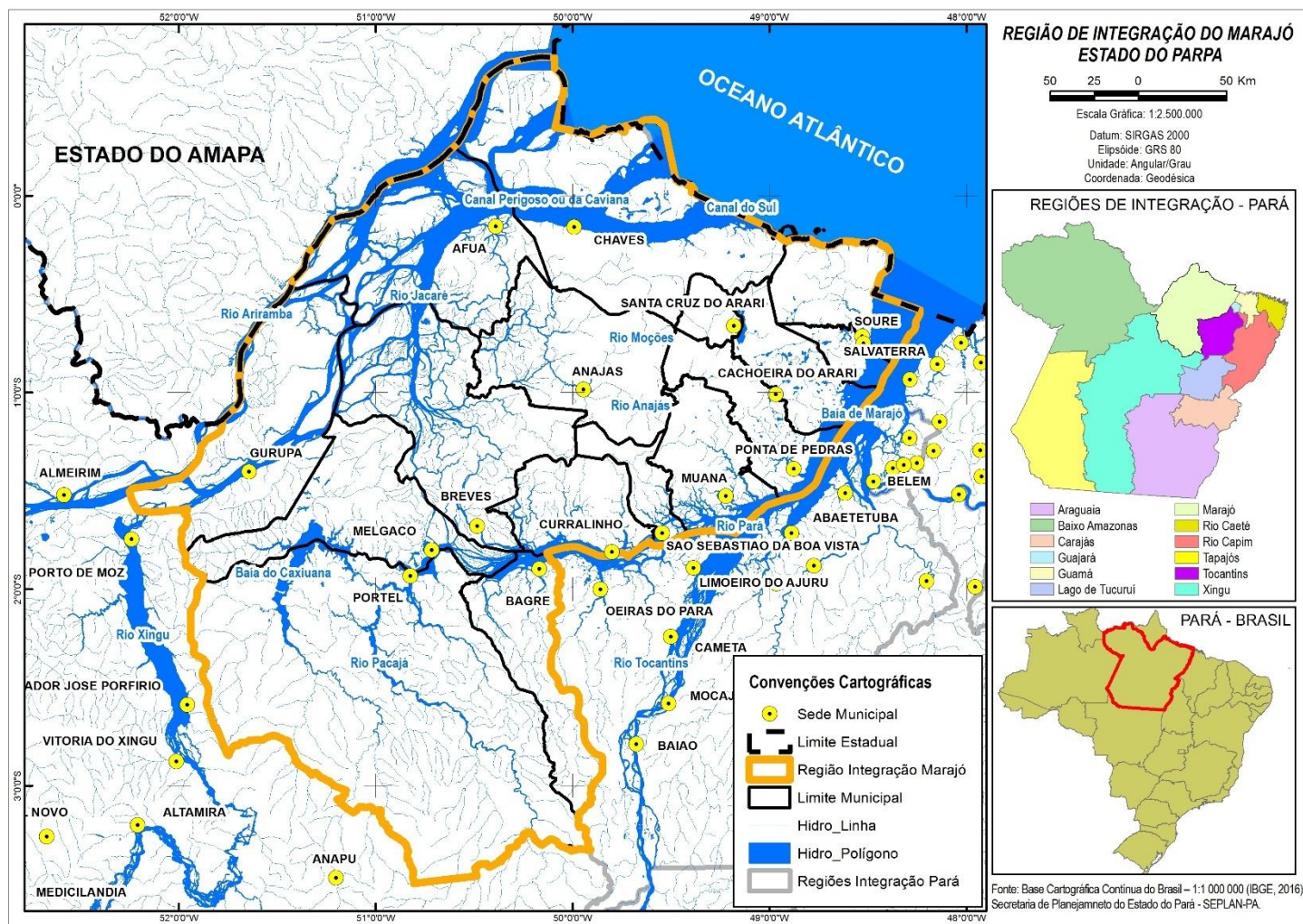
Não obstante, e em detalhes:

“O arranjo estratigráfico e a constituição litológica da Ilha de Marajó está ligada à história sedimentar da Bacia da Foz do Rio Amazonas e à influência dos estuários do Amazonas, a oeste, e do Pará-Tocantins, a leste” (FRANÇA, 2003,p.22)

“A evolução geológica e geomorfológica da Ilha de Marajó e áreas adjacentes foi controlada por fatores tectono-eustáticos e glácio-eustáticos, atuantes principalmente durante o Cenozóico Superior, em escala regional, resultando numa morfologia estuarina e em sequências sedimentares constituídas por depósitos fluviais, estuarinos e marinhos” (ibid,p.33).

Na esteira dessas argumentais, afere-se que a zona costeira do Arquipélago de Marajó é muito complexa e diversa, podendo, ser representando por dois grandes conjuntos regionais e suas macropaisagens, com características, predominantes, porém não exclusivas de cada Costa: a) a oeste, aquelas feições atinentes aos efeitos hidrossedimentológica e energia da desembocadura do rio Amazonas, o chamado litoral lodoso, com expressivos depósitos lamosos (planícies de maré capeados por manguezais). B) a leste, há predominância da interação com o Oceano Atlântico, formando um litoral com características mais arenosas (cordões de praias e dunas com vegetação de restinga), e com faixas de predominância argilosas, quando da presença de falésias.

Figura 1 - Região de Integração/Mesorregião do Arquipélago de Marajó-PA e sua Zona Costeira



2) Diretrizes e ações prioritárias à gestão e planejamento ambiental

2.1) Escopo, método e sistemática operacional proposta

Busca-se entender o território na perspectiva da sustentabilidade ecológica, associada à sustentabilidade econômica, para proteger os recursos naturais de acordo com as suas potencialidades e limitações de uso. Sob esse aspecto, preceituam Souza et al., (2005), que a sustentabilidade deve estar de acordo com dois parâmetros fundamentais: (1) maximização dos benefícios derivados do uso dos recursos naturais e (2) manutenção das funções ecológicas para perpetuar as condições necessárias à evolução natural dos sistemas ambientais, assegurando a conservação dos recursos naturais para sociedade. Complementado esta tríade, os problemas ambientais devem ser dirimidos e mitigados para sua amortização e nulidade no arquipélago Marajoara.

Portanto, valoriza-se a multidisciplinaridade e elaboração de cenários considerando um planejamento geoambiental para se pensar o território e paisagens com proposição de diretrizes (o que pode/deve ou não ser feito) e metas (o que se deseja alcançar a curto, médio e longo prazo) a partir da realidade evidenciada nos diagnósticos propostos. Isto entremeia a lógica da gestão da zona costeira, como garantia de um modelo necessário para operacionalizar e fiscalizar o cumprimento das diretrizes e metas estabelecidas.

Não obstante, no arranjo espacial das unidades geoambientais há similaridades de relações entre os componentes naturais – de naturezas geológica, geomorfológica, hidroclimática, pedológica, bioecológica e em certas porções, marítimas– materializando-se nos diferentes padrões de paisagens. As formas de uso/ocupação da terra, associado aos fatores biofísicos, concorrem para o surgimento de áreas com proeminente risco geoambiental. Complementam-se para um diagnóstico integrado, portanto, elementos físico-geográficos e sócio-territoriais, que compõem cada unidade mapeada.

Considera-se que os sistemas ambientais (doravante geoambientes, geossistemas ou unidades de paisagens) são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas entre si e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e de energia. Cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente com bases sociais e naturais. Em cada sistema verifica-se, comumente, um relacionamento entre seus componentes e eles são dotados de potencialidades e limitações específicas sob o ponto de vista dos recursos ambientais, assim como dos riscos à ocupação. Como tal, reagem também de modo singular no que tange às condições históricas de uso e ocupação. Segundo MENEZES, et al., (2021), uso/ocupação diversos no Marajó.

O diagnóstico do meio físico para zona Costeira do Arquipélago Marajoara, apresenta uma proposta de síntese da Compartimentação Geoambiental através de quadros sinóticos, com destaque a degradação ambiental, por unidade geoambiental a ser identificada, mapeada e analisada. Essa proposta esta apoiada na análise temática de variáveis ambientais e nas relações mútuas entre as mesmas. É sugerido priorizar a visão de totalidade para caracterização das unidades geoambientais.

Neste contexto, em nível físico-territorial, serão destacadas propostas de estudos sobre as potencialidades e vulnerabilidades do meio físico para instrumentalizar o Arquipélago do Marajó com identificação e espacialização das áreas de proteção,

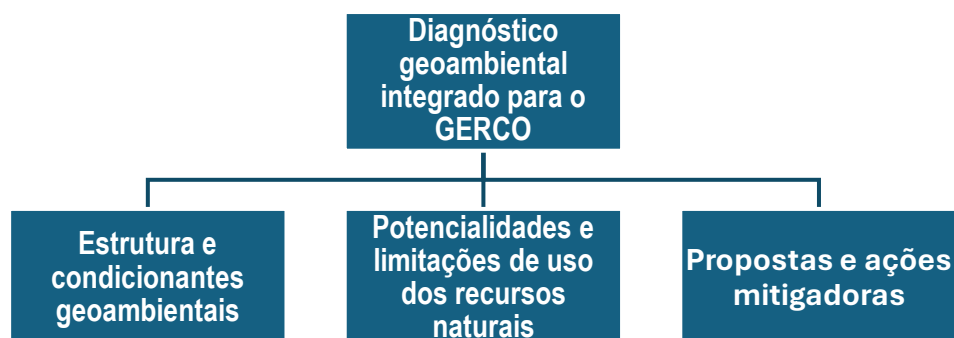
preservação e recuperação do meio ambiente. Sugerindo, inclusive, as passíveis de criação de novas Unidades de Conservação à luz do SNUC - Lei No 9.985, de julho de 2000. Estes fatores dotam esta proposta de condições qualitativas ao planejamento local e regional, servindo de norte à gestão e planejamento ambiental sustentável insular no maior arquipélago do Brasil.

Nesta trama, são evidenciados temas estratégicos a partir desta metodologia proposta, com reflexos diversos sobre os grupos sociais, áreas de florestas e seus fragmentos, áreas protegidas e *hotspots* para proteção ambiental e recuperação ambiental. Incluindo-se o exorreísmo das áreas de drenagem que demandam o Atlântico com nascentes no arquipélago em tela. A saber:

- ✓ Diagnóstico geoambiental, potencialidades e limitações de usos dos recursos naturais.
- ✓ Conservação de paisagens, biodiversidade e manutenção de serviços ambientais.
- ✓ Áreas protegidas, Unidades de Conservação, Zonas de Amortecimentos e áreas circunvizinhas a matrizes florestais e sistemas fluviais que compõem bacias hidrográficas do Arquipélago teste.
- ✓ Subsídios ao manejo dos recursos hídricos de superfície e de subsuperfície, para manutenção da Quantidade, Qualidade e Garantia hídrica aos usos múltiplos d'água.
- ✓ Identificação de áreas prioritárias para manutenção de refúgios e redes de refúgios/corredores ecológicos e florestais e sistemas fluviais para manutenção da ictiofauna.
- ✓ Relação entre vetores de ocupação da terra, avanço de núcleos populacionais na produção do espaço x degradação ambiental.

Isto se daria sob metodologia integrativa e interdisciplinar, considerando-se os fatores ambientais (físicos e humanos), bem como suas causas e consequências, na degradação ambiental, conflitos por recursos naturais e no uso do solo. Como desdobramento desta complexidade, há três linhas de investigação que se complementam: a) uma de ordem geoambiental; b) outra sobre potencialidades e limitações de uso dos recursos naturais e, c) as propostas e ações mitigadoras (Figura 01). Quais sejam:

Figura 01- Linhas de atuação para o Roteiro Metodológico e operacional do Diagnóstico Geoambiental



Esmiuçando esse roteiro metodológico, sua operacionalidade para o diagnóstico geoambiental integrado deve levar em conta o seguinte estratagema:

a) Objetivos sobre diagnóstico Geoambiental:

Identificar e caracterizar os sistemas físico-bióticos, com base em proposta metodológica geoambiental, considerando as principais variáveis ambientais relativas ao suporte físico (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidroclimáticas) e à cobertura (solos e recobrimento vegetal) que compõem o Ariquepélago-teste, para subsidiar a compartimentação geoambiental;

✓ Identificar as tipologias de uso e ocupação do solo, analisando as condições sócio territorial sobre as atividades produtivas e o perfil socioeconômico da população.

✓ Levantar as áreas degradadas e/ou em vias de degradação, considerando o estado de conservação da vegetação e a ecodinâmica das paisagens, tendo como condicionante o uso descontrolado dos recursos naturais e os riscos ambientais;

b) Estabelecer a capacidade de suporte, considerando as potencialidades e limitações de usos dos recursos naturais. Para isso, faz-se uso da ecodinâmica de Tricart (1977), e da Vulnerabilidade Ambiental.

c) Objetivos sobre Propostas e ações mitigadoras

Elaborar propostas de manejo dos recursos naturais para melhoria da qualidade ambiental, conforme as condições de potencialidades e de limitações de uso e ocupação das unidades de paisagem, com fins de deter e/ou recuperar as áreas vulneráveis ou degradadas, assim como os conflitos por recursos naturais.

O diagnóstico geoambiental proposto, deve considerar como estratégias metodológicas as seguintes: (1) Abordagem Sistêmica; (2) Valorização da multidisciplinaridade e (3) Sistema de Informação.

Igualmente, a abordagem sistêmica deve considerar o sistema como o conjunto de unidades que têm relações entre si. O conjunto significa que as unidades possuem propriedades comuns. Sendo que o estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado das demais unidades. Acrescenta-se que “os sistemas não atuam de modo isolado, mas funcionam dentro de um ambiente e fazem parte de um conjunto maior” (NASCIMENTO, 2003. p.52). Sob o ponto de vista teórico-metodológico a abordagem sistêmica integra o conjunto das variáveis ambientais envolvidas no processo.

A valorização da multidisciplinaridade é indispensável, diante do espectro amplo de atividades e estudos envolvidos no programa. Desse modo, o estudo geoambiental requer um conhecimento profundo da realidade físico-natural da área pesquisada (SOUZA, 2000), especialmente quando se trata da análise de áreas que enfrentam problemas de degradação ambiental (NASCIMENTO e CARVALHO, 2003).

O sistema de informação contempla os diferentes módulos de coleta, armazenamento, tratamento e divulgação de dados, concentrando informações e descentralizando o seu acesso. Para a elaboração do diagnóstico geoambiental os estudos consideram o contexto das variáveis físicas e bióticas. Nesse caminho, serão interpretadas as relações entre os subsistemas naturais e as condições do uso e ocupação que encerram a realidade estática e dinâmica do espaço. Precisam ser obtidas informações integradas em uma base geográfica, de modo a classificar o território de acordo com a sua capacidade

de suporte e seus riscos de ocupação em sua instabilidade ou estabilidade morfodinâmica dos meios, conforme proposição ecodinâmica de Tricart (1977).

2.2) Sínteses, análises e correlações dialéticas

A perspectiva desta proposta para o Marajó será de descartar o tratamento linear cartesiano que privilegia os estudos setoriais e distorce a visão sistêmica e de conjunto que configura a realidade regional. Deste modo, a linha teórico-metodológica seguida propõe fundamentação na visão holística, privilegiando a abordagem sintética e multicomposta, conforme a Teoria Geossistêmica de Bertrand (1968), compreendida a luz da análise Geoambiental Integrada (SOUZA e OLIVEIRA, 2003; NASCIMENTO, 2003; NASCIMENTO e SAMPAIO, 2004), respaldada nos estudos sociais e da natureza. Os componentes geoambientais correspondem aos fatores ambientais, físico-bióticos - suporte físico (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidroclimáticas) e à cobertura (solos e recobrimento vegetal) -, e humanos que promovem a dinâmica da paisagem. Estas são as principais variáveis ambientais, as quais devem ser avaliadas.

Com efeito, os domínios e as subunidades geoambientais que compõem os Municípios da Zona Costeira em análise, contém sistemas ambientais, compostos por várias subunidades de paisagem, pelo menos em três níveis/táxons de hierarquia. Devem ser identificadas por meio de trabalhos de sensores remotos e terem a capacidade de suporte (explicado melhor adiante) dos recursos naturais assinaladas no conjunto de elementos ambientais, em termos de relação-integração. Isto com mútua interação com as formas de uso e ocupação da terra, de maneira sistêmico-holística.

2.1) Avaliação sistemática das componentes geoambientais

Sobre os aspectos climáticos e recursos hídricos, respectivamente, deve ser consideradas as classificações genérica e empírica do clima para aferição de tipologias, destacando os principais sistemas dinâmico-sinópticos atuantes nos últimos 35 anos. Dados pluviométricos e climatológicos com maior recobrimento especial possível, para facilitar o tratamento dos dados avaliados. Deste modo, sugere-se um conjunto de dados a ser obtidos através de estações pluviométricas e climatológicas do Instituto do Desenvolvimento Econômico-Social do Pará (IDESP) e dados do Instituto Nacional de Meteorologia - *INMET*.

O levantamento dos potenciais de águas superficiais e subsuperficiais ajudarão na caracterização hidrológica, destacando o sistema hidrográfico regional, classificação dos rios e os padrões de drenagem com base na proposta de Nascimento (2011). Com checagens de campo necessárias e selecionadas. Isto vem a colaborar com uma “nova classificação individualizada para ilha, considerando as feições fluviais presentes, assim como os volumes de águas envolvidos” (LIMA et al; 2005. p 80)

Solos e vegetação são concebidos enquanto estabilizadores do meio físico, estudando-se as principais características das classes dominantes e associações. Serão correlacionados com os fatores do suporte físico, do envoltório e da cobertura,

classificando-se conforme EMBRAPA (1999). Sobre os aspectos relacionais aos solos serão ressaltados o grau e formas de potencial e usufruto dos recursos naturais e exploração atual dos recursos pedológicos. A vegetação será concebida através das unidades fitogeográficas, sob critérios fisionômicos e florísticos. Ainda, podem ser associadas às unidades geoambientais de ocorrência e o estado de conservação por Normalized Difference Vegetation Index/NDVI.

Para as formas de uso e ocupação do solo e a degradação ambiental sugere-se a identificação das tipologias de uso e ocupação da terra, averiguados os estágios de exploração conjuntural dos recursos naturais e das atividades socioeconômicas desenvolvidas. O uso do solo será baseado na estimativa de desflorestamento da Amazônia (PRODES/INPE), associada às tipologias de uso/ocupação em face da produção do espaço pelos agentes territoriais e de atuação regional.

Nesta égide, para averiguação de dados sobre coleta de lixo, abastecimento d'água, produção agropecuária, categoria de imóveis, arrecadação de Imposto de Circulação de Mercadoria e Serviço (ICMS), saúde, educação e unidades industriais, pode ser utilizada a técnica da amostragem simples e aleatória, considerando sempre municípios de diferentes setores do Arquipélago-teste. As fontes dos dados reunidos são do IBGE. Para ajudar no reconhecimento das tipologias de uso e ocupação da terra, imagens do mosaico SPOT mais recentes são sugeridas para utilização. Atrrelados a isto, precisam ser eleitos pontos-chaves, para que em campo sejam retificados, ratificados e aprofundados os levantamentos e trabalhados preliminarmente em gabinete.

Com uma concepção holística do meio ambiente, conforme as condições de potencialidades e de limitações de uso e ocupação das unidades de paisagem, destacando os ecossistemas frágeis mais vulneráveis, precisam ser identificadas, caracterizadas e mapeadas as áreas degradadas, assim como: áreas protegidas, remanescentes de florestas e *hotspots* para proteção ambiental, indicando setores para promoção de corredores ecológicos e redes fluviais para conservação da ictiofauna e promoção da pesca.

Com a integração das informações setorizadas contidas no banco de dados, serão realizadas análises e diagnóstico ambientais que servirão de base para o levantamento dos recursos naturais. O modelamento dos dados será feito por análise multicritério, onde cada tema deve ser analisado individualmente e suas variáveis classificadas segundo critérios que interfiram na estabilidade e vulnerabilidade ambiental. Posteriormente, os temas serão processados e integrados, através de combinação numérica e técnica de álgebra de mapas.

Técnicas de Sensoriamento Remoto, com o processamento digital de imagens de satélite possibilitaram a análise de uma cena em diversas regiões do espectro eletromagnético, ao passo que integra vários dados georreferenciados. Contudo, toda a atualização da base cartográfica se baseia em imagens dos sensores remotos e trabalhos de campo, apoiados por pontos de controle obtidos por receptores do sistema GPS. No que se refere ao método de rastreamento, é sugerida a utilização de posicionamento absoluto e relativo.

2.3) O enfoque à Dinâmica geoambiental

Na elaboração do Diagnóstico Geoambiental as análises setoriais servem de meio para a integração dos componentes. Por isto, adotam-se procedimentos que conduzem à delimitação dos compartimentos geoambientais, em consonância com pressupostos metodológicos integrativos capazes de apreender as relações de interdependência entre os componentes físico-bióticos.

Para isto, Souza et., (2006, p. 11), recomendam que:

“Na identificação dos sistemas ambientais, parte-se da premissa de que eles representam setores do território que contêm elevado grau de coerência ecológica em função de um conjunto de características e parâmetros naturais. A coerência ecológica é uma decorrência do jogo de relações recíprocas entre os fatores do potencial ambiental e da exploração biológica. Dentre os fatores do potencial ambiental, incluem-se as condições geológico-geomorfológicas e hidroclimáticas. Os demais componentes são representados pelos solos, vegetação e pela fauna característica. A delimitação desses sistemas possibilita estabelecer uma tipologia e agrupamento dos mesmos e prevê a aplicação de manejos adequados à sua capacidade de suporte”.

Deste modo, as unidades geoambientais serão hierarquizadas e configuradas em mapas organizados em escala compatível, com base na interpretação de imagens orbitais e com rigoroso controle de campo, após triados os pontos-chaves para isso.

Os resultados do diagnóstico geoambiental, na parte que enfatiza o meio físico, decorreram de uma revisão sistemática dos levantamentos anteriores procedidos sobre a base dos recursos naturais. As análises desse material e dos produtos do sensoriamento remoto, além dos trabalhos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre, constituíram os meios utilizados para o alcance dos objetivos propostos.

As análises temáticas são apresentadas de modo a demonstrar o estreito relacionamento mútuo entre os componentes geoambientais que compõem o arquipélago. Estas análises, que encerram a primeira etapa do diagnóstico, serão conduzidas de modo a definir as características das diversas variáveis que compõem o meio ambiente. Sequencialmente apresentar-se-á em forma de matriz os seguintes aspectos: condições lito-estratigráficas e características das feições morfogenéticas; sumarização das características climáticas e hidrológicas; distribuição dos solos, suas principais propriedades e os padrões de cobertura vegetal; uso, ocupação e impactos associados. Essa sequência apresenta-se uma cadeia de produtos parciais que expõe uma relação de dependência entre as variáveis geoambientais. Cada uma delas apoia-se nas anteriores e fundamenta as seguintes.

O diagnóstico, portanto, apresenta uma proposta de síntese da Compartimentação Geoambiental através de quadros sinópticos representativos das condições de conservação ou degradação dos recursos naturais – mostrados a frente. Essa proposta é apoiada na análise das variáveis anteriormente referidas e nas relações mútuas entre as mesmas. Nessa etapa do diagnóstico é priorizada a visão de totalidade para a caracterização das unidades geoambientais ou geossistêmicas. Destacam-se, nesse

aspecto, as concepções metodológicas consagradas em trabalhos ligados aos Diagnósticos e Zoneamentos Ecológicos-Econômicos, que hierarquizam as categorias espaciais de ambientes, aqui consideradas do seguinte modo: Domínios Naturais (1º Taxon), Unidades (2º Taxon) e subunidades geoambientais (3º Taxon).

As unidades de Paisagens/Geoambientais são delimitadas em função de combinações mútuas específicas entre as variáveis geoambientais. Destacando-se as diversidades internas das unidades de paisagens são delimitadas as unidades elementares (2º e 3º Táxons) contidas em um mesmo sistema de relações, ou seja, os sistemas e subsistemas ambientais. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assumirá significado para delimitar as subunidades, em função da exposição de padrões uniformes ou com relativas similaridades. A paisagem encerra o resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e humanos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dessa paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução, com já lembrará o BERTRAND (1968).

A síntese das unidades de paisagens deve ser apresentada através de quadros que contêm informações sobre a denominação das unidades e sobre as características predominantes das condições geoambientais: geologia, geomorfologia, hidroclimatologia, solos e vegetação e uso/ocupação. Por seu turno, estes temas são discutidos a partir dos seguintes aspectos: Capacidade produtiva dos sistemas ambientais: Impactos e riscos de ocupação e cenários tendências – dialeticamente diagnóstico e norteador, com será tratado mais adiante em “Objetivos sobre Propostas e ações mitigadoras”

Para tanto, será realizada análise circunstanciada com vistas ao diagnóstico do potencial geoambiental, considerando os seguintes temas em conjunto: as unidades estruturais e geomorfológicas entendidas em sua cronolitoestratigráfica, dados geológicos, sub-compartimentação do relevo, planialtimetria e declividade, características geomorfológicas das rochas, classificação das formas, feições geomorfológicas e modelado, área, fisiologia das paisagens, características morfogenéticas e morfodinâmicas, balanço entre pedogênese e morfogênese, para verificação das instabilidades ambientais.

Na preparação da legenda do mapa de Compartimentação Geoambiental, isto é, do mapa síntese, destacam-se as características dos principais atributos ambientais. Estas servem de base para indicar condições potenciais ou limitativas, quanto às possibilidades de uso dos recursos naturais e das reservas ambientais.

A par do diagnóstico geoambiental, com o objetivo de avaliar a dinâmica e evolução das unidades geoambientais para aferição da degradação ambiental, serão estabelecidas categorias de meios ecodinâmicos, com base em critérios de Tricart (1977). Cada categoria de meio está associada ao comportamento e à vulnerabilidade das condições geoambientais em função dos processos degradacionais.

Adaptando-se os critérios de Tricart à Zona Costeira da Messorregião do Marajó, com base em Souza (2000), serão consideradas as categorias de meios a seguir relacionadas e sumariamente caracterizadas:

✓ Ambientes Estáveis – Apresenta uma estabilidade morfogenética antiga; os solos são geralmente espessos e bem evoluídos; há forte predominância dos processos

pedogenéticos sobre os processos morfogenéticos; a cobertura vegetal tem características de comunidades clímax, estando em equilíbrio com o ambiente físico.

✓ Ambientes de Transição ou “Intergrades” – Têm ação simultânea dos processos morfogenéticos e dos processos pedogenéticos; há incidência moderada das ações areolares; predominância dos processos pedogenéticos indica a tendência à estabilidade; predominância dos processos morfogenéticos demonstra tendência à instabilidade.

✓ Ambientes Instáveis – Pedogênese praticamente nula ou formação incipiente de solos; ausência ou grande rarefação de cobertura vegetal – exceção com os manguezais; incidência muito forte dos processos morfogenéticos, especialmente das ações de marés, muito atuantes no litoral aqui destacado.

Quando se quer entender a morfodinâmica em unidades de paisagens e feições do modelado a partir de um 4º táxon, isto é, em nível de detalhe, fazem-se necessários levantamentos de parâmetros com dados de campo com metodologia e equipamentos específicos.

Variação morfológica e volumétrica aferidas através de perfis topográficos transversais para avaliação de erosão/acreção. Assim como, erosão e progradação podem ser revelados por Radar de Penetração do solo (GPR).

Por georradar (GPR) é possível aquisição de informação espacial para detectar objetos e estruturas sob o solo. Em estudos da zona costeira, Rocha et al., (2017), dizem que o Radar de Penetração do Solo (GPR) tem possibilitado estudos geomorfológicos a partir da identificação de registros de fases de erosão, eventos de alta energia decorrentes de ondas de tempestade, assim como do retrabalhamento por drenagens e pela ação eólica.

Outra possibilidade se faz com o levantamento topográfico com DGPS (*Differential Global Positioning System*) e técnica de posicionamento relativo baseada na correção de informações obtidas por um receptor GPS/estação de referência (GPS fixos pelo uso dos dados um ou mais receptores). Podem determinar a morfodinâmica de feições costeiras, por exemplo. Isto vai além do uso da ecodinâmica e pode fornecer dados mais detalhados e precisos.

2.4) Capacidade de suportes e categorias de avaliação qualitativas

A capacidade de suporte dos recursos naturais inclui condições de potencialidades e limitações. Sobre o potencial atual dos recursos naturais e suas principais limitações de uso, nos respectivos estados de conservação, com base em Souza (2000), ratificado por SOUZA, NASCIMENTO e OTENIO (2016), afere-se que:

As potencialidades são tratadas como atividades ou condições que têm exeqüibilidades de serem praticadas em cada unidade ambiental - respeitando a capacidade homeostática dos ambientes-, sendo propícias à instalação de infraestruturas ou de atividades econômicas propriamente ditas.

As limitações ao uso produtivo são identificadas com base nas vulnerabilidades e nas deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais e no estado de conservação da natureza, em função dos impactos produzidos pelo uso/ocupação da terra.

Com o enquadramento dos sistemas ambientais em uma determinada categoria de meio ecodinâmico, viabiliza-se detectar o grau de vulnerabilidade do ambiente e sua

sustentabilidade futura, tendencial e desejada tendo como referencial o risco geoambiental, a partir de preceitos qualitativos atrelados a geodinâmica das paisagens. Souza (Op. Cit), esquematizou, portanto, a relação entre sustentabilidade e vulnerabilidade em 4 (quatro) níveis, cujas foram adaptadas aqui ao Arquipélago do Marajó do seguinte modo. A saber:

✓ Sustentabilidade alta - boa capacidade produtiva dos recursos naturais e com limitações mitigáveis com o uso de técnicas simples. Potencial hídrico satisfatório considerando o escoamento fluvial; potencial hídrico superficial e subterrâneo com boa quantidade de água acumulada. Clima Tropical Úmido (Af, classificação climática de Köppen); chuvas bem distribuídas. Solos moderadamente profundos com média a alta fertilidade natural, pouco susceptíveis à erosão em razão da conservação vegetal.

Vulnerabilidade nula ou muito baixa.

✓ Sustentabilidade moderada - razoável capacidade produtiva dos recursos naturais, incluindo-se condições satisfatórias dos recursos hídricos e possibilidades de uso das reservas paisagísticas. Clima Tropical Úmido (Af) a Tropical Úmido Monção (Am). Chuvas moderadas e distribuição temporo-espacial regular. Moderado potencial edafoclimático, bom estado de conservação pela vegetação primária ou pela sucessão ecológica com tendência a fitoestabilização/clímax. **Vulnerabilidade moderada.**

✓ Sustentabilidade Baixa: sérios problemas quanto à capacidade produtiva dos recursos naturais renováveis, apresentando: clima de terras secas, baixo potencial de recursos hídricos; irregularidade climática; deficiência hídrica anual; solos rasos, muito erodidos, com afloramentos rochosos e baixa fertilidade natural. **Vulnerabilidade Alta ou Forte.**

✓ Sustentabilidade muito baixa - capacidade produtiva dos recursos naturais mínima; degradação ambiental praticamente irreversível. Ecodinâmica apresenta ambientes fortemente instáveis. Típico de terras Secas (Áridas, Semiáridas e Subúmidas Secas) **Vulnerabilidade alta ou muito forte.**

O Diagnóstico do Contexto Geoambiental dá ênfase ao conhecimento integrado e à delimitação dos espaços territoriais modificados ou não pelos fatores econômicos e sociais. A vertente das variáveis físicas e bióticas ou das variáveis geoambientais, se materializa através de uma série de unidades espaciais similares que constituem heranças da evolução dos fatores fisiográficos e ecológicos, ao longo da história geológica recente - sobretudo plio-pleistocênica. Neste caso, os refúgios ecológicos podem ser evidenciados.

Não obstante, com base em sucessivos níveis de sínteses através de relações interdisciplinares, considerando os fatores do potencial ecológico (geologia + geomorfologia + climatologia + hidrologia), da exploração biológica (solos + cobertura vegetal + fauna) e das condições de ocupação e da exploração dos recursos naturais, são estabelecidas, delimitadas e hierarquizadas as unidades espaciais similares configurando, cartograficamente, a Compartimentação Geoambiental em escala compatível com os objetivos, interesses e aplicabilidades práticas do projeto.

A análise dos atributos e da dinâmica natural, associados às tipologias de uso/ocupação, identificam que os sistemas ambientais têm caráter globalizante e integrativo. Essa visão holístico-sistêmica adotada faculta a compreensão das inter-

relações e interdependências que conduzem à formação de combinações entre os atributos geoambientais.

Com estes atributos, a dinâmica geoambiental das unidades de paisagens será contemplada. De certo que isto é a base para análise das unidades de paisagens com maior ou com menor susceptibilidade nível de degradação ambiental. Adicionalmente, a degradação ambiental e o risco associado aos ecossistemas das paisagens, serão aferidos com a inter-relação e integração de variáveis qualitativas, que foram: Classificação Ecodinâmica; Condições de Sustentabilidade e Vulnerabilidade ambiental dos tecidos ecológicos. Portanto, a preocupação foi com um caráter integrativo e de síntese, sem subsunção temática.

Com isto posto, vale ressaltar que a organização do mapeamento é feita com base na utilização de imagens de sensoriamento remoto, em produtos cartográficos básicos e temáticos disponíveis e em trabalhos de campo - em pontos eleitos chaves!

Como síntese dos procedimentos acima aludidos, bem como síntese de toda a discussão proferida até o momento, serão produzidos mapas básicos e temáticos.

Após o reconhecimento do contexto geoambiental de cada área estudada, organiza-se um Quadro Sinóptico das Unidades Geoambientais (Figuras 2 e 3) contemplando, sequencialmente, os seguintes aspectos: (a) Capacidade de suporte (potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade); (b) Impactos e Riscos de Ocupação; (c) Diretrizes Ambientais.

Figura 2- Exemplo de quadro síntese: Compartimentação Geoambiental e estudos setoriais

| CATEGORIAS ESPACIAIS/GEOAMBIENTAIS | | | COMPONENTES NATURAIS | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------|------------|-------|-----------------------------------|
| DOMÍNIO NATURAL (1° Taxon) | Unidades geoambientais (2° Taxon) | Subunidades geoambientais (3° Taxon). | CRONO-LITO-ESTRATIGRAFIA | GEOMORFOLOGIA | HIDROLOGIA | SOLOS | COBERTURA VEGETAL USO/OCUPAÇÃO |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Figura 3- Exemplo de quadro sinóptico geoambiental: Capacidade de suporte, impactos e risco de ocupação e suas diretrizes ambientais por município

| | | | |
|--|------------|-------------------------------|-----------------------|
| Domínio Natural (1° Taxon): Unidades geoambientais (2° Taxon): subunidades geoambientais (3° Taxon): Municípios: Características Naturais e de Uso Dominantes: | | | |
| UNIDADE AMBIENTAL ANALISADA: CAPACIDADE DE SUPORTE | | IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO | DIRETRIZES AMBIENTAIS |
| POTENCIALIDADES | LIMITAÇÕES | | |
| | | | |

3) Propostas, produtos e ações mitigadoras

Segundo LIMA et., (2005, p. 66) “A relevância ecológica da Ilha do Marajó, atualmente, não é contemplada com planos de gestão ambiental e hídrica que minimizem as intervenções sofridas”

Como base supramencionado, e a par do que foi tratado até aqui, serão propostas medidas de recuperação ambiental e mitigação sob preceitos gerais de conservação ambiental e manutenção dos recursos naturais. Para tanto, é fundamental que as propostas levem em conta a realidade ambiental (física e humana) local, a possibilidade da formação de cidadãos mais conscientes e participantes que possam atuar como agentes que tenham ética política e ambiental na atuação como entes públicos ou atores dos territórios. A par disso, deverá ser elaborado um documento final, versando sobre:

- ✓ Princípios que conduzam a otimização do uso dos recursos existentes;
- ✓ Caracterização dos condicionantes ao desenvolvimento regional e local, com desenvolvimento territorial considerando emancipações municipais;
- ✓ Conhecimento das potencialidades e limitações de que dará suporte para aferição do cenário tendencial/prognose em cenários de uso e ocupação.

Ademais, serão observadas as informações dispostas pelos mapas produzidos nas outras etapas da pesquisa, tendo como pressuposto básico uma concepção geoambiental, conforme as condições de capacidade suporte de uso dos recursos naturais, destacando a importância da concepção do Arquipélago do Marajó, compartimentadas em unidades geoambientais equivalentes às unidades territoriais, para o planejamento e gestão sustentável dos recursos naturais.

Será elaborado um documento final versando sobre: princípios que conduzam a otimização do uso dos recursos existentes; caracterização dos condicionantes ao desenvolvimento regional; conhecimento das potencialidades de desenvolvimento das regiões estudadas e das unidades geoambientais mapeadas.

Como se pode perceber a perspectiva do trabalho é de relação-integração dos fatores ambientais (naturais e humanos). Portanto, a proposta de trabalho aqui exposta, corroborará para sínteses, elementos de informação e outros produtos:

- ✓ Levantamento do acervo bibliográfico, documentário e de informações disponíveis sobre o contexto geoambiental;
- ✓ Análise dos temas de estudo, tendo em vista a elaboração do diagnóstico geoambiental;
- ✓ Preparação da cartografia básica elaborada através do Sistema de Informações Geográficas (SIG), contendo as principais informações planialtimétricas;
- ✓ Análise e utilização dos produtos de levantamentos sistemáticos de recursos naturais disponíveis sobre os Municípios na região avaliada;
- ✓ Análise e interpretação de produtos de sensoriamento remoto, tendo em vista os estudos temáticos e integrações parciais e progressivas dos temas;
- ✓ Levantamentos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre;
- ✓ Cruzamento dos resultados parciais e finais.

Em relação a outros desdobramentos, destacam-se os principais produtos dessa investida sobre um plano de desenvolvimento territorial sustentável para zona costeira na Mesorregião do Arquipélago de Marajó.

4) Últimas observações.

Frisamos aqui os principais constituintes para operacionalização da gestão costeira no Brasil e seus instrumentos, pautados em Base Legais e Instrumentos de Apoio ao Planejamento – onde se observa o já citado Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (GERCO, 2002).

Base Legais:

- ✓ Art. 225 da Constituição Federal – estabelece a zona costeira como patrimônio nacional e área de interesse especial.
- ✓ Lei nº 7.661/88 – institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.
- ✓ Lei nº 8.617, de 04/01/93 – dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua e a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileira.
- ✓ Resolução CIRM no 05/97 – detalha os aspectos operativos do PNGC II.
- ✓ Decreto nº 2.972, de 26/02/99 – instituiu o Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho no âmbito do MMA.
- ✓ Decreto nº 2.956, de 03/02/99 – institui o V Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM) - 1999 - 2003, aborda articulação com o GERCO.
- ✓ Plano Plurianual PPA 2000-2003 – Programa Zoneamento Ecológico Econômico, Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho.
- ✓ Lei Estadual de Gerenciamento Costeiro – alguns estados já aprovaram suas leis estaduais para regular especificamente o zoneamento costeiro estadual

Instrumentos de apoio ao planejamento:

- ✓ Pautadas as bases legais para gestão da zona costeira, frisa-se que a regra de instrumentos que apoiem ao planejamento, enquanto fase executiva da gestão da zona costeira, envolve os seguintes trabalhos e sistemas que devem ser levados a cabo:
- ✓ Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro - ZEEC – instrumento de apoio ao processo de ordenamento territorial. Utiliza técnicas e mecanismos para oferecer subsídios à sustentabilidade ambiental do desenvolvimento da zona costeira.
- ✓ Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro e Marinho - SIGERCOM – sistema que integra e disponibiliza informações do PNGC com dados retirados de várias fontes: banco de dados, sistemas de informações geográficas e sensoriamento remoto.
- ✓ Sistema de Monitoramento – estrutura operacional de coleta de dados e informações, de forma contínua, visando acompanhar os indicadores de qualidade socioambiental.
- ✓ Relatório de Qualidade Ambiental – elaborado periodicamente pela coordenação Nacional do Gerenciamento Costeiro, a partir de relatórios desenvolvidos pelas coordenações estaduais, permitindo a avaliação da eficiência e eficácia das medidas e ações de gestão desenvolvidas

Na sequência e como finalização da pesquisa, podem e devem ser gerados vários produtos de informações, a partir de mapas, relatórios técnicos, planeja complementares com base em escalas de detalhe para paisagens de exceção ou aspectos dignos de destaques. Neste íterim, o conjunto de diretrizes terá ações prioritárias correlatas. E desse modo, a proposta aqui exposta, trará como benefícios os seguintes produtos:

Produto 1: Diagnóstico geoambiental, definindo por unidade mapeada as potencialidades e limitações de usos dos recursos naturais.

Produto 2: Identificação de áreas passíveis à construção de aterros sanitários -, em consórcios municipais --, assim como expansão urbana e viária.

Produto 3: Identificação de áreas vulneráveis com restrições alta, média e baixa à ocupação.

Produto 4: Identificação de áreas com alta, média e baixa sustentabilidade ambiental para usos dos recursos naturais e ocupação da terra.

Produto 5: Conservação de paisagens, biodiversidade e manutenção de serviços ambientais, com indicações de áreas para conservação/preservação ambiental.

Produto 6: Identificação de áreas prioritárias para constituição de Áreas Legalmente protegidas/ Unidades de Conservação, zonas de amortecimentos e áreas circunvizinhas a matrizes florestais e sistemas fluviais que compõem bacias hidrográficas do arquipélago.

Produto 7 - Identificação de áreas prioritárias para manutenção de refúgios e redes de refúgios/corredores ecológicos e florestais e sistemas fluviais para manutenção da ictiofauna.

Produto 8: identificação de bacias e sub-bacias hidrográficas para manejo adequado dos recursos hídricos de superfície e de subsuperfície, para manutenção da Quantidade, Qualidade e Garantia hídrica, assim como da dinâmica ambiental. Quiçá ao abastecimento público, definindo estratégias gerais e específicas para o manejo do conjunto de bacias hidrográficas que drenam o território insular.

Produto 9: Relação entre vetores de ocupação da terra, avanço de núcleos populacionais na produção do espaço x degradação ambiental.

Produto 10: síntese-analítica do contexto geoambiental da Mesorregião em estudo, identificando, caracterizando e mapeamento as Unidades Geoambientais contemplando, sequencialmente, os seguintes aspectos: (a) Capacidade de suporte (potencialidades, limitações, ecodinâmica e vulnerabilidade/sustentabilidade ambientais); (b) Impactos e Riscos de Ocupação; (c) Diretrizes Ambientais.

Tais produtos são funcionais e propositivos, e a rigor, devem estar relacionados à legislação ambiental e ao GERCO (1999).

Eis uma a primeira aproximação ao tema e a questão. Espera-se que tenha sido possível contribuir com trabalhos práticos que guiem, cientificamente, intervenções proativas no território, endossando a Governança territorial-ambiental como parte inerente do processo de gestão e planejamento na Zona Costeira do Arquipélago de Marajó.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A.N. 2000. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 1 (1): 27-43

ALVES, J.; Lima, M.I. Geomorfologia da Ilha Mexiana, Arquipélago do Marajó, Nordeste do Pará *Revista Geonorte*, Ed. Especial 4, V.10, N.1, p.25–29, 2014.

BARBOSA, G. V.; RENNÓ, C. V.; FRANCO, E. M. S. 1974. Geomorfologia da Folha SA-22 Belém. In: BRASIL. DNPM. **Folha SA.22 Belém**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, Projeto Radam. p. II/1-II/36. (Levantamento de Recursos Naturais, 5).

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. In: **Cadernos de Ciências da Terra**, v. 13. São Paulo: 1969, p. 1-21.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA; Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – GERCO. 1995. **Perfil dos estados litorâneos do Brasil**: subsídios à implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília, v. 9, 211pp. (série g. cost.).

LIMA, A. M. M; OLIVEIRA, L. L. FONTINHAS, R. L; LIMA, R. J.S. Ilha do Marajó: revisão histórica, hidroclimática, bacias hidrográficas e proposta de gestão. **Holos Environment**, v.5, n.12005. p.65-80.

MMA. **PROJETO ORLA**: fundamentos para gestão integrada. Brasília: MMA/SQA;Brasília: MP/SPU, 2002. 78p

NASCIMENTO. Flávio R; CARVALHO, Osires. Bacias Hidrográficas como unidades de planejamento e gestão geoambiental: uma proposta metodológica. **Revista Fluminense de Geografia**, Niterói-RJ, v. 2, p. 61-82, 2003.

____; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, Geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 6, n. 1, p. 167-179. 2004/2005.

____. CATEGORIZAÇÃO DE USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS E PROBLEMAS AMBIENTAIS. *Revista da ANPEGE*, v. 7, p. 81-97, 2011.’

____. Uso do Território e Gestão da Zona Costeira do Estado do Pará (Prefácio). IN: Rocha, Gilberto M.; Moraes, Sérgio C. **Uso do Território e Gestão da Zona Costeira do Estado do Pará**. Belém: NUMA/UFPA, 2018. p. 11-16

NASCIMENTO, Flávio. R. Litoral, diversidade ambiental e elementos para gestão. In: Oliveira, Manoel A; Nery, Ma. G. e S.; JR., Wagnervalter, D., orgs. (Org.). **Escalas Geográficas: tendências e múltiplos olhares**. 1ed.Curitiba: CRV, 2020, v. 1, p. 119-138.

MENEZES, Maria O. B., Macedo, Silvio R. de P., Corrêa, Suene C., Souza, Handerson M. de. Vieira, Susane R. de S. Contribuição ao estudo do uso e ocupação do espaço costeiro na cidade de Soure – Arquipélago do Marajó, Pará. 3p. <cite on> 08.mar.2021 - http://www.abequa.org.br/trabalhos/2007_maria_ozilea_gerencimanto.pdf

PINHEIRO, Raimunda. L. G; ANDERSON, L. O.; NASCIMENTO, Flávio. R. ; SANTOS, Manoel. R. P. As Várzeas e os desafios da sazonalidade do Rio Amazonas. In: **Sociedade, Natureza e Desenvolvimento na Amazônia**. 1ed.Curitiba: CRV, 2020, v. 1, p. 20-38

QUEIROZ, Paulo; NASCIMENTO, Flávio. R. Sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e governança territorial. In: Marcelo Bentes Diniz, Jorge Luiz Barbosa. (Org.). **Governança territorial na Amazônia: possibilidades e desafios e uma agenda democrática**. 1ed.Belém: Paka-Tatu, 2019, v. 1, p. 177-205.

ROCHA, Thaís. B.; FERNANDEZ, Guilherme B; RODRIGUES, Amilson. Registros de erosão e progradação revelados por radar de penetração do solo (GPR) na barreira regressiva pleistocênica do complexo deltaico do Rio Paraíba do Sul (RJ). **Quaternary and environmental geosciences**, v. 8, p. 24-37, 2017

SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maria L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. 15ed. RJ: Record, 2002.

SILVA, CHRISTIAN N. et al. Uso do território e impactos das construções de Hidroelétricas na Bacia do rio Araguari (AMAPÁ-BRASIL). PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP, v. 9, p. 123-140, 2016

LIMA, Auricélio; NASCIMENTO, Flávio. R.; MEIRELES, Antônio. J. A. Energias alternativas no Brasil: contradições da nova matriz elétrica e recursos naturais. In: Palheta, João M., Nascimento, Flavio R. do e Silva, Christina N. (Org.). **Grandes empreendimentos e impactos territoriais no Brasil**. 1ed.Belém: Gapta/UFPA, 2017, v. 1, p. 14-42

SOUZA, Marcos J. N. de et., Zoneamento Ecológico-Econômico das Áreas de Influência do Reservatório da Barragem do Açude Castanhão. FCPC/CETRED. Fortaleza, 2006. P. 15-82

___ e OLIVEIRA, Vlândia V. P. de O. Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. In: Revista Eletrônica do PRODEMA. UFC; Fortaleza, 2011. p. 42-59.

SOUZA, Flaviane; NASCIMENTO, Flávio. R.; Otenio, Marcelo. Diagnóstico geoambientais e diretrizes ao uso sustentável dos recursos naturais na bacia do rio do Peixe -MG. In: Nunes, C., et al., (Org.). **Planejamento, Conflito e desenvolvimento sustentável em Bacias Hidrográficas**. 1ed.Belém: Ed. GAPTA, 2016, v. 1, p. 73-99.

Introdução

A Ecologia da Paisagem é uma área de estudo que utiliza três elementos para possibilitar a comparação entre paisagens diferentes: Manchas, Corredores e Matriz. Esses elementos são divididos em baseados em suas características. Quando combinados em um arcabouço interativo dinâmico, é possível observar diversos tipos de mosaicos terrestres que expressam a linguagem espaço-temporal da paisagem. De acordo com DRAMSTAD et al (1996), a análise desses elementos possibilita a identificação de padrões na paisagem e pode ajudar a compreender como as diferentes áreas se relacionam e se desenvolvem ao longo do tempo. Além disso, segundo METZGER et al (2001), a Ecologia da Paisagem pode ser utilizada como uma ferramenta para identificar e minimizar os impactos negativos das ações humanas na paisagem. Compreender esses elementos e como eles interagem é fundamental para o planejamento e a gestão adequada do uso da terra e para a conservação da biodiversidade.

FORMAN, GODRON et al (1986) estabeleceram os conceitos iniciais dos elementos que compõem uma paisagem. Uma Mancha é uma superfície não-linear com aparência diferente dos objetos ao seu redor, e pode variar em tamanho, heterogeneidade, forma, tipo e configuração de borda. As manchas estão embutidas em uma matriz, que é uma superfície que circunda as manchas e possui uma composição e estrutura diferentes. Às vezes, manchas que compartilham características com certo grau de homogeneidade apresentam um elemento de conectividade, que é chamado de Corredor. Os corredores desempenham um papel de rede para transporte de recursos e meio de movimentação seguro para animais, e podem variar em largura, conectividade, complexidade e estreitamento. A partir das conexões estabelecidas pelos corredores, adquire-se a lógica da matriz, que é o elemento mais extensivo e conectado e desempenha um papel preponderante na manutenção da paisagem. Compreender esses elementos é fundamental para a análise e a gestão adequada da paisagem.

Em um país de dimensões continentais como o Brasil, o estudo da paisagem é de suma importância para a compreensão da estrutura e dinâmica das mudanças que ocorrem ao longo do tempo, bem como para a identificação de ações prioritárias voltadas para a proteção da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável (Ribeiro, 2019; Gomasasca, 2009). A análise da dinâmica do uso do solo é fundamental para entender o passado e antecipar o futuro, viabilizando a formulação de políticas de uso que evitem alterações indesejadas (FERREIRA et al., 2018). Para tanto, é preciso relacionar os dados temporais de uso e cobertura da terra com outros indicadores, tais como socioeconômicos e ambientais, a fim de que a inferência dos modelos seja confiável e possa subsidiar a gestão territorial.

CRISTOFOLETTI et al. (1999) destacam a importância dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta para a construção de modelos e mapas de alteração da paisagem, devido à sua capacidade de espacialidade, georreferenciamento e manipulação de dados. Atualmente, a utilização de SIGs na análise da paisagem continua sendo uma prática comum, sendo cada vez mais refinada e aprimorada com o desenvolvimento de novas

tecnologias e métodos de análise. Alguns exemplos de estudos que utilizaram SIGs para a análise da paisagem incluem o trabalho de FERREIRA et al. (2018) sobre a dinâmica do uso do solo, e o trabalho de REZENDE et al. (2020) sobre a avaliação da conectividade da paisagem.

Com base na revisão bibliográfica, esta pesquisa adota uma "abordagem geográfica" que se concentra em três pontos fundamentais: a preocupação com o planejamento da ocupação territorial, utilizando o conhecimento dos limites e das potencialidades de uso econômico de cada "unidade da paisagem" (que é definida como um espaço de terreno com características comuns); o estudo de paisagens que foram significativamente modificadas pelo homem, conhecidas como "paisagens culturais" (Tricart, 1979); e a combinação de conceitos da Ecologia da Paisagem com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que possibilitaram a execução da pesquisa de forma eficaz.

Metodologia

A delimitação da área de estudo foi definida a partir da Área de Influência Direta – AID, da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, disponível no site do IBAMA (<https://sigel.aneel.gov.br/Down/>), esta delimitação inicialmente conta com uma área de 3.077,55 Km², adicionalmente foi aplicado um buffer de 15km nos limites da geometria para incluir nas análises uma zona de amortecimento evitando assim, quaisquer efeitos de borda, esta área é referida como àquela:

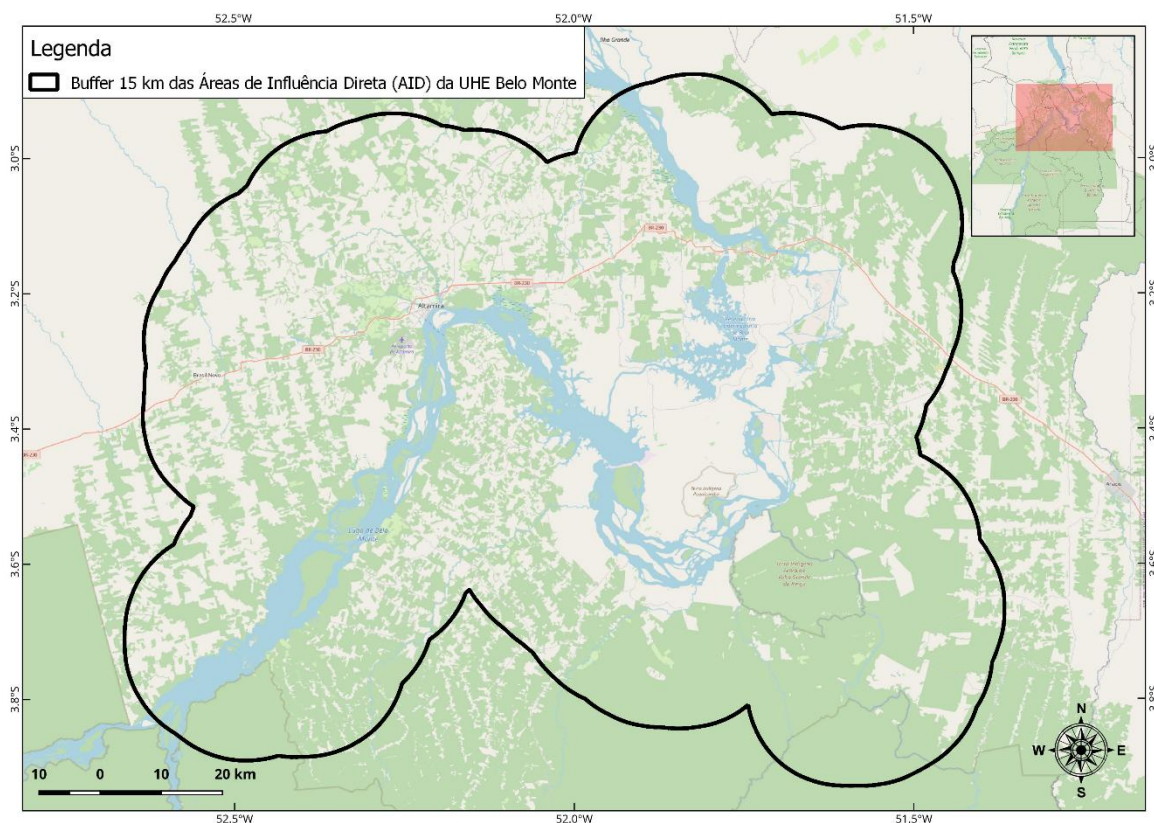
“cuja abrangência dos impactos incide diretamente sobre os recursos ambientais e a rede de relações sociais, econômicas e culturais, podendo se estender além dos limites da área a ser definida como polígono de utilidade pública” (ELETROBRÁS, 1997)

A área de estudo está localizada entre os limites territoriais dos municípios de Altamira, Anapu, Brasil Novo, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu, e abrange cerca de 16686,33 km². Segundo o Comitê Brasileiro de Barragem (2017) a Usina Hidrelétrica de Belo Monte (UHE Belo Monte) é composta por dois reservatórios, sendo o principal com 359Km² e o intermediário com 119Km², totalizando uma área de 478Km².

Apesar da casa de força principal da Usina ser localizada no município de Vitória do Xingu, o reservatório principal fica localizado no município de Altamira, por isso a classificação climática é baseada no município de Altamira.

O clima de Altamira é o AW na classificação de Köppen, tendo pelo menos um mês durante o ano com precipitação inferior a 60 mm, com temperatura média anual de 27,3°C, e médias das mínimas de 22,1°C e máximas em 32,4°C, atingindo precipitação pluviométrica anual de 1.885mm. A umidade relativa do ar é 80,4%, com período de menor pluviosidade de junho a novembro, sendo agosto o mês de maior insolação. O mês de dezembro marca o início do período chuvoso, tendo como maior precipitação pluvial o período entre os meses de janeiro a maio, ocorrendo frequentemente nos meses de março e abril (379,2mm) os maiores índices pluviométricos na região (SILVA, 2004).

Figura 1- Localização da área de estudo.



Fonte 1: Acervo de pesquisa de Lima, L.O. (2023).

Para a realização do estudo das mudanças ocorridas na paisagem da área diretamente afetada pelo reservatório, foram utilizadas imagens provenientes do MapBiomass, coleção 7, referente aos anos de 2000, 2011 e 2021, essas imagens possuem uma resolução espacial de 30 metros, originadas na constelação de satélites Landsat e a classificação delas é baseada em processamento pixel a pixel, atualmente a plataforma conta com uma acurácia geral de classificação de 97% para o bioma amazônico. A série temporal indicada fornece informações importantes sobre o estado ecológico e as propriedades biofísicas da superfície terrestre na área de estudo, além de inclui períodos de mudança relevantes para uma melhor compreensão dos processos de uso e cobertura da terra ao longo do tempo.

No Google Earth Engine (Gorelick et al, 2017), as imagens foram submetidas aos processos de verificação do número de pixels e quais classes estavam presentes em cada ano observado, em seguida realizou-se a reclassificação das imagens para que todas tenham as mesmas classes, desta maneira, as classes de uso e cobertura analisadas neste trabalho estão disponíveis na tabela 1, por fim, efetuou-se o download das imagens tratada para serem trabalhadas em ambiente RStudio (RStudio Team, 2020).

Tabela 1- Descrição das classes observadas.

| ID MAPBIOMAS | CLASSE NAME | DESCRIÇÃO |
|--------------|----------------------|---|
| 0 | No Data | Area sem dados |
| 3 | Formação Florestal | Composta por áreas com cobertura predominante de árvores, com altura acima de cinco metros e densidade superior a 10% por hectare. Inclui florestas densas, abertas, de transição, capoeiras e outras formações florestais nativas, sendo importante para a regulação do clima global, conservação da biodiversidade e fornecimento de serviços ecossistêmicos. |
| 11 | Campo Alagado | Composta por áreas de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea que ocorrem em áreas sujeitas à inundação periódica. |
| 12 | Formação Campestre | Composta por áreas de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, com cobertura vegetal inferior a 50% e predominância de gramíneas. |
| 15 | Pastagem | Composta por áreas de pastagens artificiais, utilizadas principalmente para a criação de gado. |
| 24 | Área Urbanizada | Composta por áreas com edificações e infraestrutura urbana, como ruas, estradas, áreas industriais e comerciais. |
| 33 | Corpo D'água | Composta por áreas com presença permanente ou intermitente de água, como rios, lagos, represas e pântanos. |
| 41 | Lavouras Temporárias | Composta por áreas de cultivo agrícola temporário, como plantações de soja, milho, arroz e feijão, entre outros. |

Fonte 2: MapBiomas (2023).

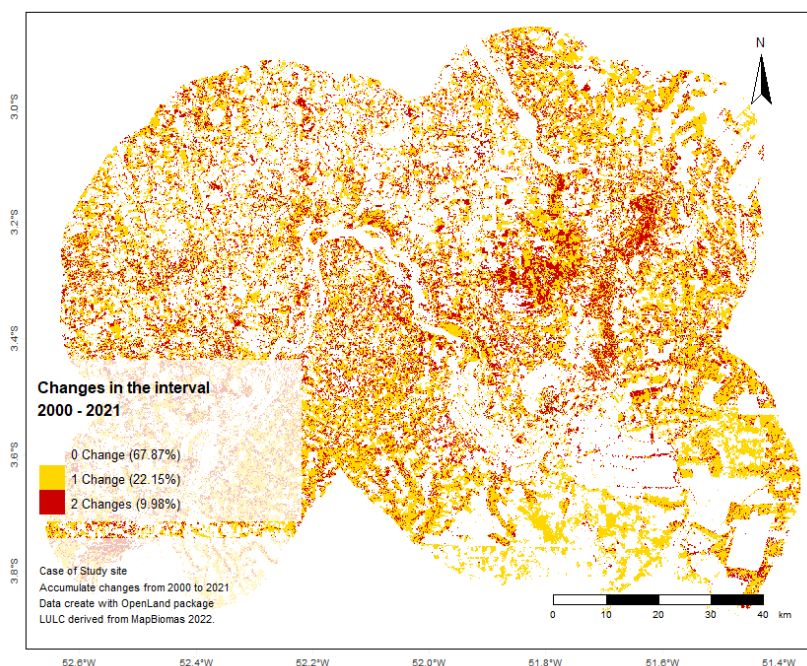
No RStudio, as bibliotecas OpenLand e suas dependências foram carregadas para implementar as análises desenvolvidas por Aldwaik e Pontius (2012) em Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition, que são o foco desta pesquisa seguindo o fluxo de trabalho descrito por Exavier e Zeilhofer (2020). Simplificando, os procedimentos realizados seguiram a ordem de carregar individualmente os rasters, definir o valor No Data como zero, reprojeter para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 UTM 22S, submeter nas funções do OpenLand e, por fim, gerar gráficos e mapas.

Resultados e discussão

Para uma avaliação espacial inicial, ao analisar o número de mudanças ocorridas em cada pixel durante o período de estudo e projetar essa frequência no espaço, os resultados revelaram-se na forma de um mapa, no qual 67,87% dos pixels permaneceram inalterados, indicando uma notável estabilidade na paisagem. Além disso, 22,15% dos pixels apresentaram uma única mudança entre os anos de 2000 e 2021, sugerindo transições significativas no uso da terra nesse intervalo de tempo. Notavelmente, 9,98% dos pixels demonstraram duas mudanças, indicando transições que ocorreram em ambos os períodos observados, destacando áreas de dinâmica contínua na paisagem. Esses resultados espaciais fornecem uma visão abrangente das mudanças na área de estudo e são fundamentais para futuras investigações e tomada de decisões em relação ao manejo e conservação da paisagem.

A análise dos dados revelou uma perda significativa da classe de Formação Florestal na região, com redução de cerca de 30% de sua área em relação ao ano 2000. Ao mesmo tempo, a classe de Pastagem apresentou um aumento expressivo de mais de 60% em sua área, indicando um processo intenso de conversão de áreas de floresta em pastagens. As classes de Área Urbanizada e Corpo D'água apresentaram aumentos discretos ao longo do período analisado, enquanto a classe de Lavouras Temporárias ocupou menos de 0,1% da área em todos os anos analisados. As classes de Campo Alagado e Formação Campestre apresentaram variações em suas áreas ao longo do período, com aumentos discretos em algumas ocasiões e reduções em outras.

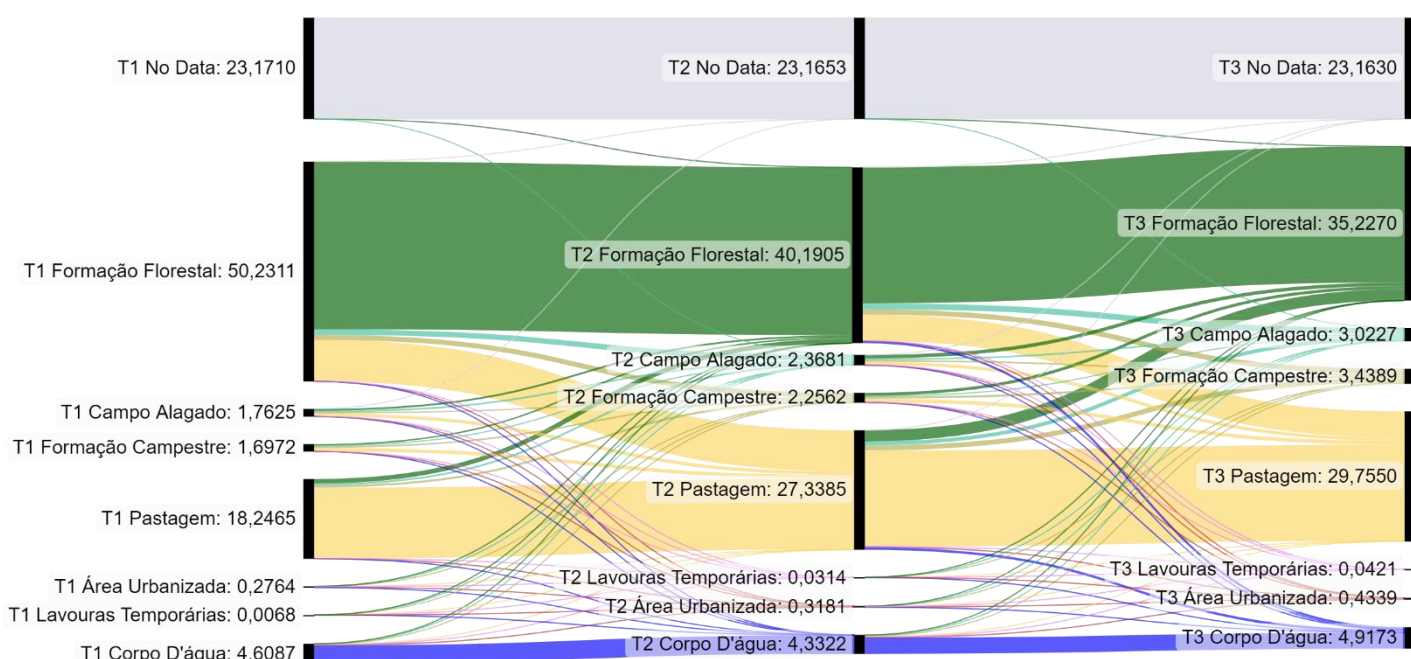
Figura 2- Número de mudanças de uso e cobertura do solo a nível de pixel observados no recorte temporal.



Fonte 3: Acervo de pesquisa de Lima, L.O. (2023).

A partir deste ponto, apresentamos uma análise detalhada das mudanças na cobertura do solo na área de influência direta da Usina Hidrelétrica Belo Monte (UHE Belo Monte) ao longo dos anos de 2000, 2011 e 2021. A exploração das áreas ocupadas por diferentes classes de uso do solo proporciona insights cruciais sobre as dinâmicas da paisagem, desvendando tendências e impactos de relevância. Ao analisar o percentual de área ocupada por cada classe de uso e cobertura da terra, foi construído o diagrama de Sankey, que representa as transformações no uso e cobertura do solo, mostrando os fluxos e relações entre as classes para a área estudada (CUBA, 2015). Abaixo, ressaltamos as principais observações:

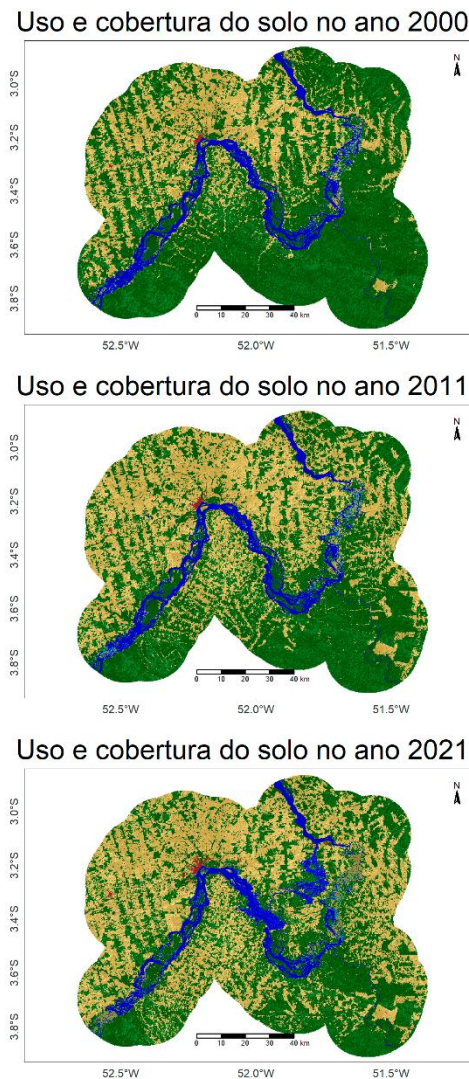
Figura 3- Diagrama de Sankey construído a partir dos fluxos de uso e cobertura do solo.



Fonte 4: Acervo de pesquisa de Lima, L.O. (2023).

As formações florestais são a classe de uso e cobertura mais presentes na área de estudo, ocupando cerca de 50% em 2000, 40% em 2011 e 35% em 2021, em números absolutos, o decréscimo foi mais pronunciado no período entre 2000 e 2011, representando uma queda de 20%. Em contraste, a diminuição entre 2011 e 2021 foi mais moderada, cerca de 12,3%. Essa tendência sugere que as maiores pressões sobre as formações florestais ocorreram nas primeiras fases do desenvolvimento da UHE Belo Monte.

Figura 1- Espacialização do uso e cobertura solo.



A maior parte das perdas de floresta foi convertida em áreas de pastagem, que
Fonte 1: Acervo de pesquisa de Lima, L.O. (2023).

apresentou o maior aumento de área ao longo do período, com conversão mais intensa na primeira década (9,5%) em comparação com 2011-2021 (6,02%), período de implantação da UHE Belo Monte. Em 2000, a pastagem ocupava 18% da área e, em 2011 e 2021, ocupou 27% e 29% respectivamente, a mudança na paisagem é notável saltando de 3044,7 km² em 2000 para 4965,0 km² em 2021.

A classe "Campo Alagado" registrou um aumento consistente em sua área durante o período de análise. A expansão dessas áreas alagadas, de 294,1 km² em 2000 para 504,4 km² em 2021, é atribuída à influência fluvial do reservatório da UHE Belo Monte. Esse fenômeno é um resultado direto das alterações hidrológicas provocadas pela construção da usina e da formação do reservatório, demonstrando a sensibilidade das áreas ribeirinhas às mudanças no regime de água.

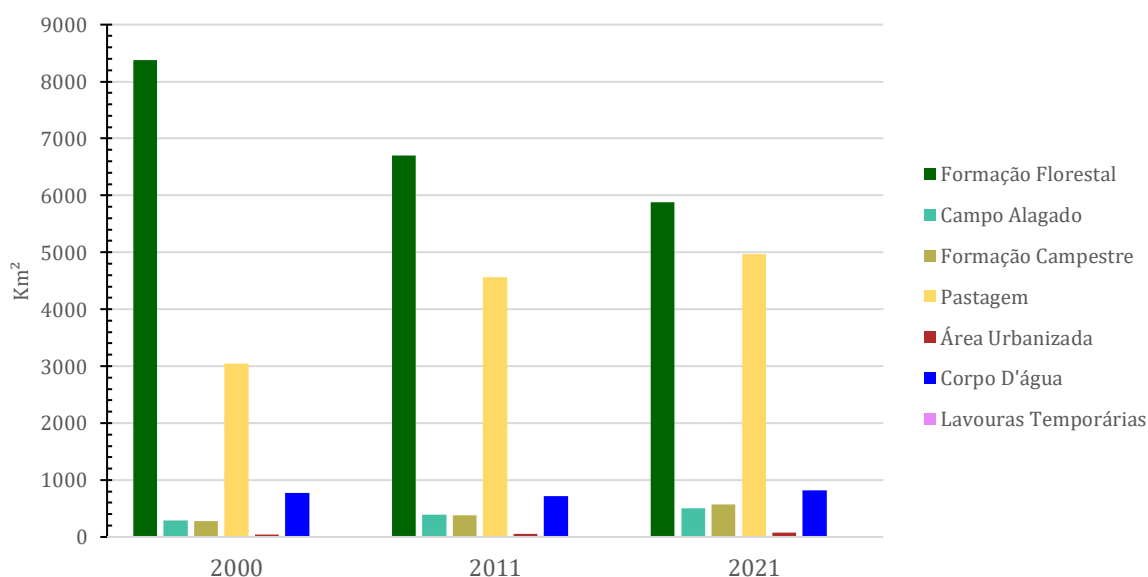
A classe "Formação Campestre" seguiu uma trajetória semelhante, também associada às modificações no curso do Rio Xingu para criar o reservatório intermediário da UHE Belo Monte. A diminuição do volume de água na Volta Grande do Xingu expôs formações rochosas

com estratos herbáceos esparsos, contribuindo para o aumento da área de "Formação Campestre". A expansão foi notável, de 283,2 km² em 2000 para 573,8 km² em 2021, indicando uma significativa transformação nas paisagens da região.

Embora os dados não revelem alterações significativas na classe "Corpo D'água", a paisagem ao redor do Rio Xingu passou por mudanças drásticas devido ao desvio do curso do rio para a formação dos reservatórios principal e intermediário da UHE Belo Monte, além de seus canais de derivação. Essas intervenções hidráulicas tiveram um impacto profundo na dinâmica fluvial, resultando em modificações substanciais na paisagem, apesar da estabilidade aparente nos números das classes de uso do solo.

Além disso, a classe "Área Urbanizada" também registrou crescimento, passando de 46,1 km² em 2000 para 72,4 km² em 2021, indicando um aumento gradual na urbanização da área circundante, que pode ser atribuído ao desenvolvimento de infraestrutura associado à UHE Belo Monte.

Figura 5- Barplot de uso e cobertura do solo.



Fonte 6: Acervo de pesquisa de Lima, L.O. (2023).

Considerações Finais

O presente estudo adotou uma abordagem geográfica fundamentada nos conceitos da Ecologia da Paisagem e na integração com Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para analisar as mudanças na paisagem na área de influência direta da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. A utilização desses instrumentos revelou-se crucial para compreender a dinâmica espaço-temporal da paisagem e suas transformações ao longo do tempo.

A análise da paisagem, considerando elementos como Manchas, Corredores e Matriz, proporcionou insights valiosos sobre os padrões e as interações na região estudada. Os resultados indicaram uma notável estabilidade em 67,87% dos pixels, ao passo que 22,15% apresentaram uma única mudança e 9,98% demonstraram duas mudanças, ressaltando áreas de

dinâmica contínua. Esses achados são essenciais para embasar futuras decisões relacionadas ao manejo e conservação da paisagem.

A avaliação temporal das imagens do MapBiomias revelou mudanças expressivas na cobertura do solo. Destaca-se a significativa perda da classe de Formação Florestal, com uma redução de aproximadamente 30% em relação a 2000. Paralelamente, a expansão da classe de Pastagem em mais de 60% indica um intenso processo de conversão de áreas florestais. As classes de Campo Alagado e Formação Campestre também apresentaram variações significativas, evidenciando a influência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Belo Monte nas características da paisagem.

A análise detalhada das transformações na cobertura do solo revelou que as maiores pressões sobre as formações florestais ocorreram nas fases iniciais do desenvolvimento da Usina. A conversão de florestas em pastagens foi o padrão predominante, destacando a necessidade de estratégias efetivas para mitigar esses impactos negativos.

A classe "Área Urbanizada" registrou um aumento gradual, indicando o desenvolvimento de infraestrutura associado à Usina. Além disso, as intervenções hidráulicas na região do Rio Xingu resultaram em mudanças drásticas na dinâmica fluvial, evidenciando a complexidade das transformações na paisagem.

Em síntese, a pesquisa contribui para o entendimento das mudanças na paisagem da região de influência da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, fornecendo subsídios para a tomada de decisões em termos de gestão territorial, conservação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável. A abordagem geográfica, aliada às ferramentas analíticas utilizadas, revelou-se eficaz na interpretação dos processos que moldam a paisagem, destacando a importância da integração entre Ecologia da Paisagem e SIG para estudos futuros nesse contexto.

Referências

Aldwaik, Safaa Zakaria, and Robert Gilmore Pontius. 2012. "Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition." *Landsc. Urban Plan.* 106 (1): 103–14. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.02.010>.
aproveitamentos hidrelétricos, 1997.

ARCE, JULIO E. et al. Utilização das matrizes de transição na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. *Floresta*, v. 27, n. 1/2, 1997.

ArcGIS [GIS software]. Version 10.8. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, Inc., 2020

BRASIL; ELETROBRÁS, DNAEE; Instruções para estudos de viabilidade de
CBDB - COMITE BRASILEIRO DE BARRAGENS. A construção do complexo hidrelétrico de belo monte: quarta maior do mundo em capacidade instalada. *Revista brasileira de engenharia de barragens: Edição Especial Belo Monte*. Comissão Internacional de Grandes

Barragens, ano 2017, v. 4, p.5-22. 01 jul. 2017. Disponível em: <<http://encurtador.com.br/lpyGQ>>. Acesso em: 17 sep. 2020.

CBDB - COMITE BRASILEIRO DE BARRAGENS. A construção do complexo hidrelétrico de belo monte: quarta maior do mundo em capacidade instalada. Revista brasileira de engenharia de barragens: Edição Especial Belo Monte. Comissão Internacional de Grandes Barragens, ano 2017, v. 4, p.5-22. 01 jul. 2017. Disponível em: <<http://encurtador.com.br/lpyGQ>>. Acesso em: 17 sep. 2020.

CRISTOFOLETTI, A.; DOGNIEVICZ, L. M.; FIOROTTI, A. F. Sistemas de informações geográficas. In: SANTOS, L. J. C.; COELHO, A. G. (orgs.). Fundamentos em ecologia de paisagens. Rio de Janeiro: LAGEPE/UERJ, 1999. p. 195-223.

CUBA, Nicholas. Research note: Sankey diagrams for visualizing land cover dynamics. Landscape and Urban Planning, v. 139, p. 163-167, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.03.010>.

Dramstad, Olson, Forman (1996). “Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning”, Island Press, Washington, 80 p.

FERREIRA, Jean Samarone Almeida; FERREIRA, Ana Paula Luí dtke. Análise de ferramentas de suporte tecnológico para simulação da dinâmica da cobertura e uso do solo. In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO.

FERREIRA, L. G.; SILVA, R. M.; MENEZES, M. A. S.; ARAÚJO, F. S. Uso do solo em área de entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 48, e54476, 2018.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. Landscape Ecology. New York, John Wiley & Sons, 1986. 619p.

GORELICK, Noel et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote sensing of Environment, v. 202, p. 18-27, 2017.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. v. 351. 122 p. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr_351.pdf>. Acesso em: 15 de junho 2018.

MODULES FOR LAND USE CHANGE SIMULATIONS. Nextgis / molusce. [S.l.]: Asia Air Survey; NextGIS, 2020. Available from: < [https:// github.com/nextgis/MOLUSCE](https://github.com/nextgis/MOLUSCE) >. Access on: 05 de setembro de 2020

Natal. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. ISSN 2595-6124. DOI: <https://doi.org/10.5753/wcama.2018.2932>.

Projeto MapBiomias – Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 05/09/21 através do link: <https://plataforma.mapbiomas.org>

QGIS.org (2020). QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>

Reginal Exavier and Peter Zeilhofer. OpenLand: Software for Quantitative Analysis and Visualization of Land Use and Cover Change. *The R Journal*, v. 12, n. 2, p. 359–371, 2021. <https://doi.org/10.32614/RJ-2021-021>.

REMPEL, R. S.; KAUKINEN, D.; CARR, A. P. Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, 2012.

REZENDE, L. C.; SANTOS, P. M.; MEDEIROS, H. R.; FONTANA, P. S. C.; LEITE, A. T. C. Análise da conectividade da paisagem do Bioma Caatinga na bacia do Rio Pajeú, Pernambuco. *Revista de Geografia (Recife)*, Recife, v. 37, n. 2, p. 33-52, 2020.

RIBEIRO, Hugo José et al. Sensoriamento remoto em ecologia da paisagem: estado da arte. *Geociências (São Paulo)*, v. 38, n. 1, p. 257-267, 2019.

RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>

SANTOS, Renan et al. Dinâmica e fragmentação florestal na sub-bacia do médio Iguaçu (PR) no período de 2000 a 2015. *Biofix Scientific Journal*, v. 2, n. 2, p. 76-85, 2017.

Silva, C. S. 2004. Caracterização Agrometeorológica de Altamira. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Universidade Federal do Pará, Altamira, Pará. 40 p.

Tricart, J.J.L. 1979. Paysage et écologie. *Revue de Géomorphologie dynamique: géodynamique externe. Études intégrée du milieu naturel*, XXVIII, n.3, p. 81-95.

VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA CARANÃ BOA VISTA-RR

Mayk Feitosa Santos
Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior

Introdução

As grandes cidades com crescimento populacional exercem uma grande pressão sobre seus recursos naturais, pois a busca por novos espaços para ocupar leva a produzir cada vez mais demandas as quais tem reflexos negativos para o meio ambiente. A ocupação urbana em áreas de preservação permanente vem configurando uma dessas demandas, tornando possível a intensificação de áreas de vulnerabilidade.

O tema vulnerabilidade ambiental assume relevância pelos inúmeros desastres naturais que ocorrem pelo mundo, como exemplo, os movimentos de massas que ocorreram em Petrópolis-RJ em 2011, alagamentos que todo ano causam perdas para população que residem em São Paulo-SP ou Rio de Janeiro-RJ e também os grandes incêndios que acontecem em países como Portugal e EUA (Estados Unidos da América).

A Amazônia setentrional, mais precisamente o Estado de Roraima, possuem características que estimulam o surgimento de eventos naturais, neste caso, esses atributos estão voltados a superfícies aplainadas e episódios de extrema pluviosidade interagindo com locais densamente ocupados pela sociedade.

Para Wisner et al. (2003) e Brauch (2005) a vulnerabilidade significa as características de uma pessoa ou grupo e a situação que influencia a sua capacidade de antecipação, resistir, lidar e se recuperar de impactos causados pelo perigo natural (um evento ou um processo natural extremo), ou seja, é a capacidade de um indivíduo ou grupo de antecipar, resistir e responder a um determinado evento danoso.

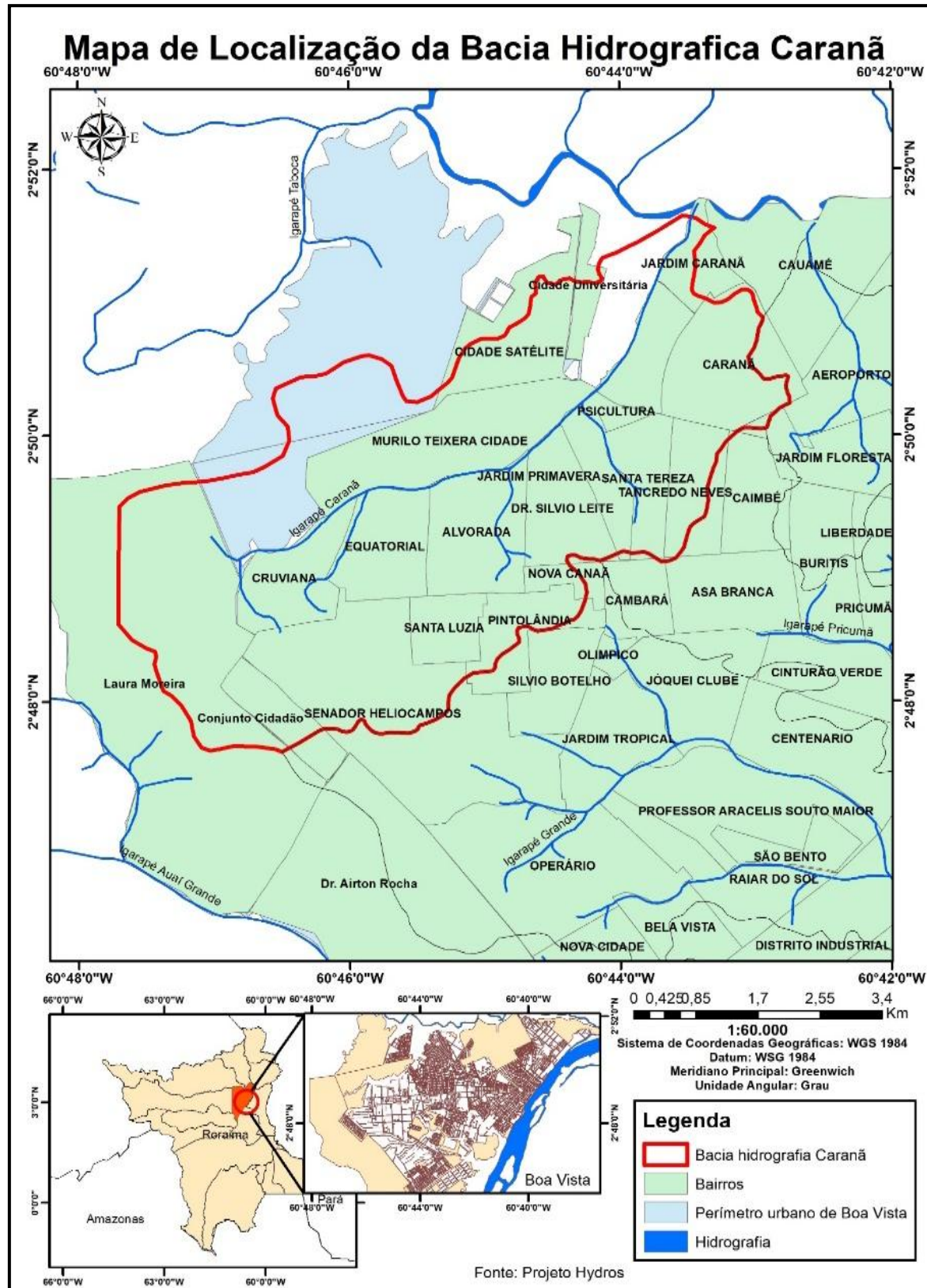
Partindo desse princípio a pesquisa levantou questões sobre quais fatores físicos estão associados a eventos de inundação e alagamento; quais características sociais são mais impactadas pelos eventos extraordinários e seu possível surgimento de áreas vulneráveis ambientalmente.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar os fatores físicos (vegetação, Limite de inundação, Altimetria e declividade, entre outros) e sociais (renda, escolaridade, faixa etária, gênero, tipo de residência e pessoas por residência) determinantes para o surgimento de potencial áreas vulneráveis ambientalmente na bacia hidrográfica Caranã (BHC).

Materiais e métodos

A bacia hidrográfica Caranã (BHC) fica localizada na zona oeste da Cidade de Boa Vista com área de aproximadamente 10km² compreendendo os bairros Caranã, Santa Tereza, Jardim Primavera, Murilo Teixeira Cidade, Equatorial, Alvorada, Dr. Silvio Leite, Tancredo Neves, Piscicultura, Cruviana, Santa Luzia, Pintolândia, Nova Canaã, Cidade Satélite, Senador Hélio Campos, Laura Moreira e União. A BHC possui total de 91.562 de habitantes de acordo com IBGE (2010), caracterizando uma bacia hidrográfica densamente populosa figura 1.

Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.



Elaboração: Santos (2019)

A pesquisa foi executada em três etapas, a primeira etapa foi o levantamento de dados secundários como artigos de revista, livros, relatórios ambientais, dados do censo do IBGE, e periódicos eletrônicos.

Ainda na primeira etapa, foi feita uma reflexão sobre a tríade dessa pesquisa que é risco, perigo e vulnerabilidade, essa reflexão considera todos os aspectos da relação, dando ênfase ao conceito de vulnerabilidade como norte principal.

Na segunda etapa foi feito um levantamento de dados primários, neste caso, o primeiro foi o levantamento de imagens digitais, ou seja, imagens feitas em in situ com o auxílio de uma câmera digital. A segunda aquisição foi feita com auxílio do drone Phantom3. O drone teve a finalidade de registrar imagens aéreas com resolução de 4000 x 2250 em 72 dpi com altura de até 500 metros.

No decorrer do campo foi necessário o registro de pontos com coordenadas geográficas com o auxílio do GPS, nesse caso, foi utilizado um GPS Garmin fornecido pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima, os pontos foram registrados em três áreas da BHC, ou seja, no alto, media e baixo curso do igarapé Caranã.

A terceira etapa foi a fase de laboratório, nesse estágio foi feita a sintetização e tabulação dos dados secundários e primários, criando assim, um banco de dados geográficos com o auxílio do software ArcGis 10.5 com o intuito de servir como base para discussão dos resultados da pesquisa. A etapa de laboratório foi dividida em três momentos: I- uso da classificação supervisionada para gerar o mapa de uso e cobertura da cidade de Boa Vista e também da bacia hidrográfica Caranã tendo como base o ano de 2018;

Para a elaboração do mapa de uso e cobertura foi necessário utilizar a técnica de classificação supervisionada, o procedimento consiste na obtenção de uma imagem multiespectral, para esse caso, foi usado imagens de Landsat 8 do ano de 2018 sensor OLI/TIRS com resolução de 30 metros fornecido pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e uma imagem panorâmica fornecida pelo Drone.

Em seguida, foi empregado as classes pré-estabelecidas por Vaeza (2010), para esse caso específico da Bacia hidrográfica Caranã foi feita uma adaptação nas classes. As classes ficaram da seguinte forma: 1- vegetação ciliar, 2- corpos hídricos, 3- savana 4- solo exposto e 5- área urbana.

II- A análise das variáveis física (declividade, altimetria, uso e cobertura e limite de inundação) para os dados da vulnerabilidade física, também a análise das variáveis sociais (renda, escolaridade, tipo de residência, indivíduos por domicílio, gênero e faixa etária) para os dados da vulnerabilidade social e físico.

Nessa etapa foi utilizada a técnica do grau de importância empregado por Santos (2019), essa técnica estabelece peso para as variáveis física e social como demonstra a figura 2

Figura 3 - Quadro das Variáveis Físicas e seus graus de importâncias

| Variáveis | Peso |
|---------------------|-------|
| Limite de inundação | 0,50% |
| Declividade | 0,25% |
| Altimetria | 0,15% |
| Uso de cobertura | 0,10% |

Para chegar no mapa de vulnerabilidade física foi aplicado um grau de importância para cada variável gerada nessa etapa, esse grau é atribuído de acordo com sua influência nos danos gerados pelo perigo imediato e também levando em consideração os fatores geográficos.

Essas informações foram inseridas no ArcGis 10 através da ferramenta RasterCalculator, essa ferramenta executa uma única expressão da álgebra em mapas, a ferramenta RasterCalculator utiliza a interface Python que é semelhante a uma calculadora.

Para a geração dos dados da vulnerabilidade física foi empregado a expressão:

$$(LI*0,50) + (D*0,25) + (H*0,15) + (UC*0,10) = 1$$

Onde:

LI: limite de inundação corresponde a 50% do grau de importância;

D: declividade corresponde a 25% do grau de importância;

A: altimetria corresponde a 15% do grau de importância;

UC: uso e cobertura corresponde a 10% do grau de importância;

1: Vulnerabilidade física.

Para as variáveis social foram atribuídos pesos com base no seu grau de importância usando como norte o conceito de perigo, as variáveis sociais demonstraram uma sutil diferença, quer seja, física, intelectual ou socioeconômica, diante disso, os graus das variáveis foram atribuídos da seguinte forma figura 3

Figura 4 - quadro com a variáveis sociais e seus graus de importância

| Variáveis | Peso |
|------------------------|-------|
| Renda per capita | 0,37% |
| Escolaridade | 0,25% |
| Faixa etária | 0,17% |
| Gênero | 0,12% |
| Tipo de residência | 0,05% |
| Pessoas por residência | 0,04% |

Com base no procedimento adotados anteriormente os dados de vulnerabilidade social a expressão ficou da seguinte forma:

$$(RC*0,37) + (E*0,25) + (FE*0,17) + (G*0,12) + (TR*0,05) + (PR*0,04) = 1$$

Onde:

RC: renda per capita corresponde a 0,37 do grau de importância;

E: escolaridade corresponde a 0,25 do grau de importância;

FE: faixa etária corresponde a 0,17% do grau de importância;
G: gênero corresponde a 0,12% do grau de importância;
TR: tipo de residência corresponde a 0,05 do grau de importância;
PR: pessoas por residência corresponde a 0,04 do grau de importância;
1: Mapa de Vulnerabilidade social.

III- utilização da soma da vulnerabilidade física com a vulnerabilidade social para a geração do mapa de vulnerabilidade ambiental da BHC.

A geração do mapa de vulnerabilidade ambiental foi executada da seguinte forma, ambos os dados de vulnerabilidade física e social foram gerados no formato raster, em seguida os dois mapas foram inseridos na ferramenta RasterCalculator para que a ponderação fosse aplicada, nesse caso, a expressão ficou da seguinte forma:

$$(\text{Vulnerabilidade física}) + (\text{vulnerabilidade Social}) = 1$$

1: corresponde a o mapa de Vulnerabilidade Ambiental.

Nesse procedimento o grau de importância não foi aplicado, pelo fato das duas variáveis possui pesos iguais, ou seja, a vulnerabilidade ambiental é a relação do físico com o social e ambas possuem relevância iguais no surgimento de áreas vulneráveis.

Resultados e discussão

A vulnerabilidade parte do princípio de que qualquer indivíduo detentor de diversas características interage de diferentes formas perante a um evento catastrófico. Entretanto, a vulnerabilidade possui uma relação paralela com os conceitos de risco e perigo.

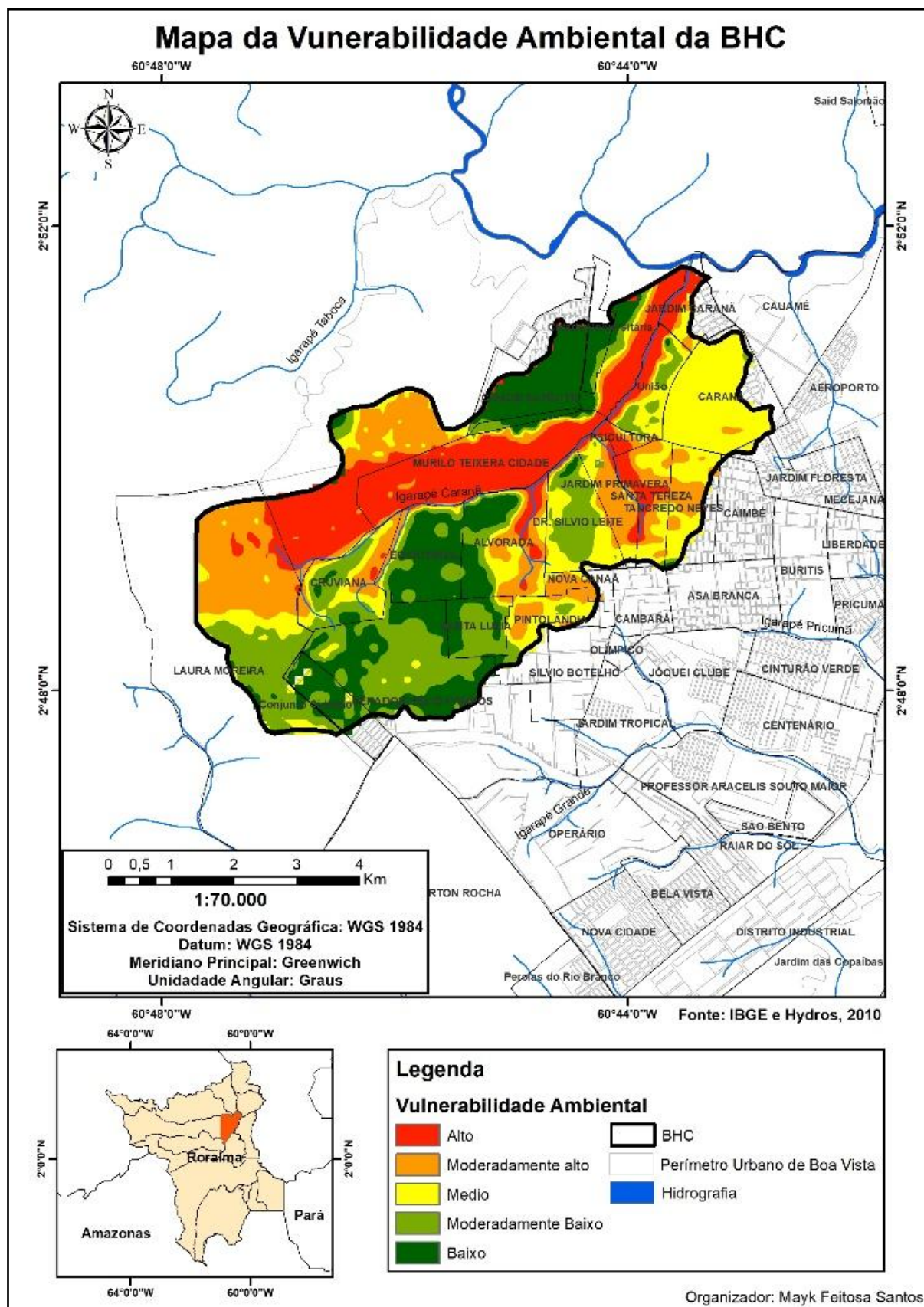
Em resumo, o perigo é o objeto desencadeador da dinâmica, o risco à probabilidade de o perigo acontecer, e a vulnerabilidade é forma como os indivíduos lidam com os efeitos do perigo.

A relação dessa tríade permite analisar a dinâmica dos desastres e seus efeitos à sociedade. Dentro dos estudos da vulnerabilidade, existe uma corrente que estuda a vulnerabilidade do meio físico, e também do social, numa análise integrada. Essa relação é chamada de vulnerabilidade ambiental, que considera tanto os aspectos físicos quanto os sociais, analisando o espaço geográfico como um todo.

Diante disso, uma técnica foi aplicada na bacia hidrográfica Caranã, utilizando o sistema de estatísticas para delimitar a vulnerabilidade da BHC. Nesse contexto, foi utilizada a seguinte expressão: $(\text{Vulnerabilidade física}) + (\text{vulnerabilidade Social}) = 1$, acredita-se que a soma da VF + VS corresponde à vulnerabilidade Ambiental.

Essa vulnerabilidade ambiental da BHC está associada ao perigo e risco de inundação nas proximidades do corpo hídrico, e também pela sua superfície aplainada, isso é demonstrado pela figura 4.

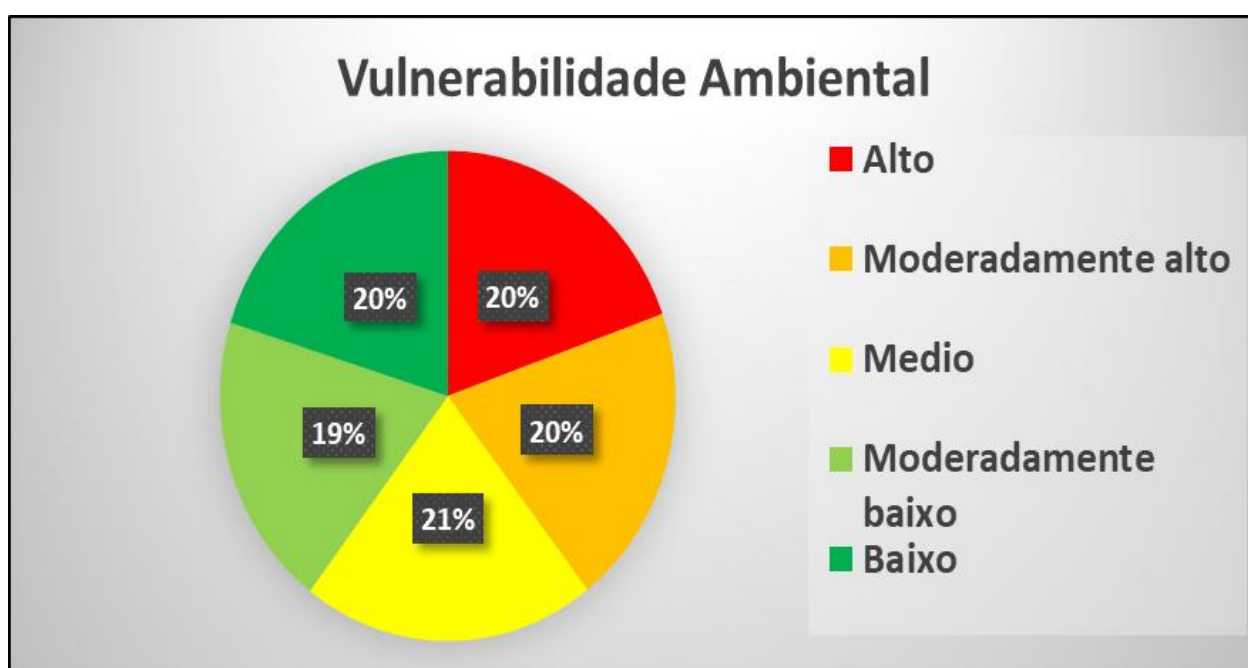
Figura 5 - Mapa da Vulnerabilidade Ambiental da bacia hidrográfica Caranã.



A análise das variáveis física e social delimita as áreas com vulnerabilidade ambiental na BHC, ou seja, análise que relaciona à vulnerabilidade dos indivíduos em relação ao espaço geográfico durante um evento de inundação.

Assim, observa-se que 20% da bacia hidrográfica Caranã possui o status de vulnerabilidade ambiental baixa, essas áreas, mesmo demonstrando em alguns aspectos pessoas com alto grau de vulnerabilidade, como indivíduos com o nível de escolaridade de ensino fundamental ou inferior, configurou esse nível de vulnerabilidade baixa, pelo fato da distância do limite de inundação ser em torno de 1000 metros. Portanto, mesmo com pessoas com alto grau de vulnerabilidade social, a probabilidade de serem atingidas pelos eventos de inundação é muito baixa, isso considerando o tempo de retorno de 100 anos, figura 5.

Figura 6 - Gráfico da porcentagem com base na vulnerabilidade ambiental da BHC.



Elaboração: Santos (2019)

Outro quesito que influenciou essas áreas a terem uma vulnerabilidade ambiental baixa foi a altimetria, que fica em torno de 79 a 84 metros, e está muito acima dos 66 metros alcançados pelos eventos de inundação de 2011. Também pode-se observar nessa área que as moradias possuem uma quantidade de 3 a 4 indivíduos, isso permite que os números de pessoas possam buscar abrigos em locais seguros longe dos eventos de inundação, consequentemente a estatística de pessoa afetadas pelo perigo de inundação será reduzida.

Em relação aos aspectos da vulnerabilidade ambiental dessas áreas, conclui-se que a resistência desses indivíduos é média, mas como a distância do limite de inundação é muita alta, a adaptação e a resiliência dependem bastante da probabilidade de serem atingidos pela inundação, nesse caso o risco é baixo.

Diante do gráfico, observou-se que 19% da bacia hidrográfica Caranã estão com a vulnerabilidade moderadamente baixa. Essa configuração pode ser observada em um pequeno perímetro no bairro Cidade Satélite, que se estende até o bairro Murilo Teixeira Cidade.

Foi observado também em uma área entre os bairros Equatorial e Alvorada, além de uma pequena parte do bairro Senador Hélio Campos. Esses locais foram considerados moderadamente baixo pela distância do limite de inundação, também conservando as mesmas características da vulnerabilidade baixa, mas com algumas diferenças.

De início o material usado na construção das moradias é de alvenaria, isso torna as residências mais resistentes, mas em contrapartida, foi analisado a existência de pessoas idosas nessas áreas. Com isso, o grau de vulnerabilidade ambiental foi aumentado.

Perante essas informações, é possível concluir que essas áreas possuem uma resistência média através da distância do limite de inundação, pela altitude e também pelas estruturas feitas de alvenaria. O nível médio de escolaridade influencia na adaptação e na resiliência por deterem conhecimento para melhorar as estruturas ou reconstruí-las, mesmo se fossem alcançados pelos efeitos da inundação.

De acordo com o gráfico, a vulnerabilidade ambiental média possui 21% do total da BHC. Esse cenário pode ser encontrado nos bairros Caranã, Jardim Floresta, em áreas menores dentro dos bairros Silvio Leite, Alvorada, Cruviana e Laura Moreira, essa zona obteve a vulnerabilidade média pela sua proximidade do limite de inundação atingida pelo evento de 2011. Outro fator que determinou esse grau de vulnerabilidade foi o nível de inclinação que varia de 0 a 0,87°, dependendo da intensidade do perigo. Essas áreas têm uma probabilidade maior de potencializar os efeitos do evento de inundação. Nessas áreas, pode-se observar a maior quantidade de pessoas por domicílio, ou seja, de 4 a 7 indivíduos em uma só residência, esse fato determina a quantidade de pessoas atingidas por eventos de inundação futuras.

Por outro lado, essas áreas acumulam uma grande quantidade de pessoas com alto grau de conhecimento, mesmo se esses indivíduos forem afetados pelos danos do perigo, o nível de conhecimento em relação a locais seguros fornecerá meios para adaptarem-se aos efeitos, e também voltar a seu estado anterior através da alta resiliência, esses fatores foram determinantes para que a vulnerabilidade ambiental fosse média nessas áreas da BHC.

Observa-se que 20% da bacia hidrográfica Caranã estão com o grau de vulnerabilidade ambiental moderadamente alto. Essa classe é encontrada ao longo do corpo hídrico da bacia em algumas áreas dos bairros Cruviana, Murilo Texeira e Laura Moreira, de fato o que torna essas áreas vulneráveis é a proximidade do perímetro alcançado pela inundação de 2011, ou seja, a planície de inundação do igarapé Caranã.

Mas o maior problema é a questão de seu nível de inclinação. Essas áreas possuem um grau de inclinação que varia de 0 a 1° tornando esses locais propícios a ocorrer eventos de inundação. De fato, isso é preocupante por se tratar de uma área com um sistema complexo de lagos e nascentes que alimentam o igarapé Caranã, que está em um processo de ocupação estimulada por promotores imobiliários como demonstrado na figura 6.

Figura 7 - (A) Imagem panorâmica da zona oeste de boa Vista região das nascentes do corpo hídrico principal da BHC, a esquerda loteamento privado e a direita o Cruviana. (B) drenagem hídrica conectado ao lago que compõe o sistema lacustre da BHC.



Fonte: (A) Caleffi (2018), (B) Santos (2018).

Observa-se que essa área em especial já está em um processo de ocupação intenso na direção do sistema de lagos e nascentes da bacia hidrográfica Caraná. Essa dinâmica de ocupação, agora estimulada pelos promotores imobiliários e pelo Estado, condiciona o avanço da população em direção as áreas de preservação permanentes (APP). Essa ação causa degradação no sistema lacustre, as pessoas que ocupam as áreas de nascentes, também podem sofrer com os danos causados pelos efeitos do perigo de inundação.

Outro fator importante que tornou essas áreas vulneráveis foi a questão da BHC possuir um lençol freático pouco profundo, esse dado somado com as modificações na topográfica feitas através do processo de ocupação através de loteamentos condiciona o surgimento de pontos de alagamentos. Esse fato pode ser agravado pela urbanização aumentando as áreas impermeáveis. Por consequência, o fluxo superficial aumenta a carga hídrica podendo potencializar o perigo.

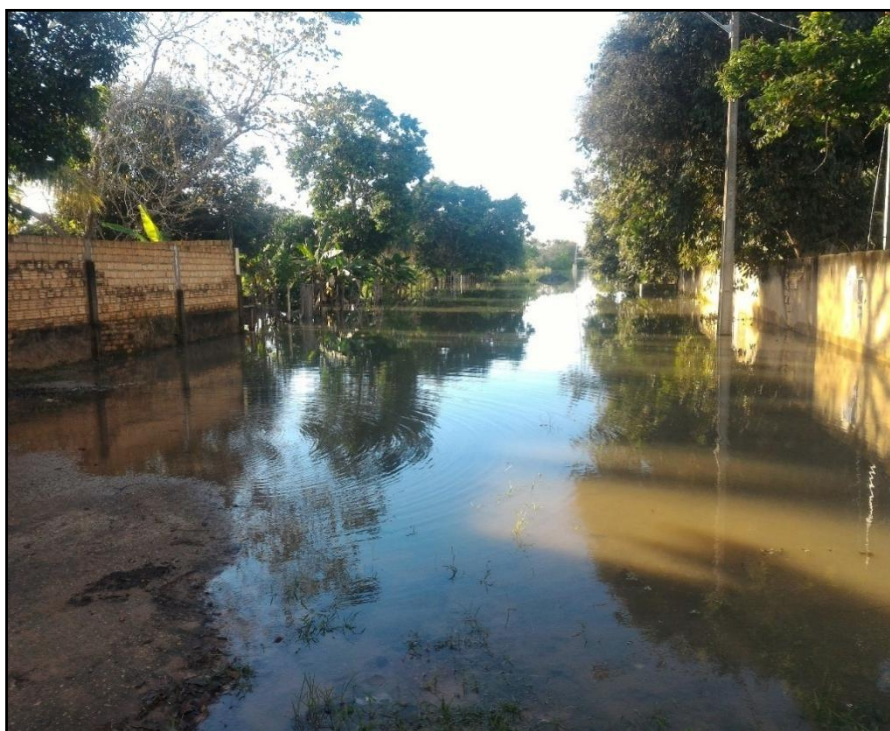
Diante desses fatores, a vulnerabilidade ambiental desses lugares está ligada ao número de pessoas que residem no mesmo domicílio, podendo chegar até 7 indivíduos. Isso somado com o nível de escolaridade baixa, torna essas pessoas pouco preparadas para resistir aos danos causados pelo perigo.

Diante disso, a sua adaptação é baixa pela falta de conhecimentos em melhorar suas estruturas, e sua resiliência será baixa com a probabilidade de ocorrer o evento durante o processo.

O gráfico demonstra que 20% do total da bacia hidrográfica Caranã estão com o status de vulnerabilidade ambiental alta. Essa característica pode ser encontrada justamente até a montante, compreendendo os bairros Jardim Caranã, União, Cidade Satélite, Murilo Teixeira Cidade, Santa Tereza, Primavera, Piscicultura, Alvorada, Equatorial, Cruviana e Laura Moreira.

Esse alto grau de vulnerabilidade está ligado ao fato dessa área ficar exatamente no alcance da planície de inundação da BHC. Em 2017, algumas dessas áreas foram atingidas por um evento de cheia, isso levanta a hipótese que não há necessidade da ocorrência de eventos extraordinários para gerar danos nessa área com vulnerabilidade ambiental alta, como demonstra a figura 7.

Figura 8 - Imagem do bairro Jardim Caranã, acesso a foz do Igarapé Caranã, cheia extraordinária de 2017 atingindo a planície de inundação da BHC



Fonte: Santos (2018).

Diante disso, a vulnerabilidade ambiental desses locais se torna alta pelas pessoas que ali residem próximo às áreas de preservação permanente, considerando os efeitos do perigo. Essas áreas vulneráveis têm um maior número de domicílios com até 7 indivíduos, além de possuir em alguns trechos, uma grande quantidade de pessoas com o nível de escolaridade baixa, isso influencia na tomada de decisão diante do evento de inundação.

Essas áreas também detêm vários indivíduos com faixa etária alta (idosos) e crianças recém-nascidas. Essas pessoas tendem a ter dificuldades em lidar com os efeitos da inundação,

ou seja, sua capacidade de resistir ao perigo está ligada a capacidade física, isso torna esses indivíduos vulneráveis ao perigo.

Outro fator a ser considerado é a renda dessa família, essas pessoas com renda baixa agravam o grau de vulnerabilidade ambiental tornando-a alta. Esse fator é determinado pela falta de recursos socioeconômicos para lidar com os danos podendo causar a perda de sua moradia

Essa questão incita a baixa probabilidade de reconstruir e reaver seus bens materiais pelo fato da sua resiliência ser baixa, considerando as informações apresentadas.

À primeira vista, algumas áreas dentro da BHC tiveram resultados contraditórios em relação a outros locais com o mesmo grau de vulnerabilidade ambiental alta, pelo fato das variáveis locais não possuírem uma vulnerabilidade alta, como demonstra a figura 8.

Figura 9 - Imagem panorâmica o bairro Murilo Teixeira Cidade na zona oeste de Boa Vista, local contendo loteamento privado em área de vulnerabilidade ambiental alta.



Fonte: Caleffi (2018).

Essa área em questão é o bairro Murilo Teixeira Cidade, que fica localizado na margem esquerda do corpo hídrico e possui um processo de ocupação tímida, mas isso deve mudar pelo estímulo dos promotores imobiliários através da especulação imobiliária. Portanto, ainda possui poucas pessoas ocupando essa área.

Entretanto, através da técnica para se terminar a vulnerabilidade ambiental, foi constatado que essa área tem uma alta vulnerabilidade ambiental pelo fato de possuir um grau de inclinação 0 a 0,87 de seu leito menor até o limite da BHC. Isso expõe o fato que essa área pode sofrer mais danos por conta de sua superfície aplainada.

Em eventos de inundação, uma superfície plana tem característica em potencializar eventos de inundação pela dispersão superficial (alagamentos), sendo agravado ainda mais pela

pouca profundidade do lençol freático, que varia de 1 a 3 metros, de acordo com (SIMÕES FILHO et al., 1997). Do mesmo modo, o aceleramento do processo de ocupação pode agravar ainda mais a vulnerabilidade ambiental dessa área, expondo uma quantidade maior de pessoas a esses locais vulneráveis.

Infelizmente, essas áreas possuem status de vulnerabilidade ambiental alta pela negligência dos agentes sociais, em especial, o Estado, por não fiscalizar e coordenar o processo de ocupação, principalmente das áreas próximas às áreas de preservação permanente (APPs) praticadas pelos grupos excluídos. Em algumas áreas, é evidente encontrar esses exemplos como demonstra a figura 9.

Figura 10 - Imagem de ocupação em área de nascente do quase extinto igarapé Santa Tereza afluente do corpo hídrico principal da BHC.



Fonte: Araújo Júnior (2018).

Essa é uma ocupação dentro da nascente de um afluente do igarapé Caranã. Vale salientar que essas ocupações irregulares tendem a gerar impactos ambientais através da retirada da mata ciliar e lançamento de resíduos sólidos e esgoto doméstico no corpo hídrico. Esse tipo de ação pode acarretar o assoreamento do canal diminuindo a profundidade do mesmo, esse fato potencializa os efeitos da inundação nessas áreas vulneráveis ambientalmente.

Outro fator que determinou a vulnerabilidade dessa área foi o mau planejamento e aplicação de infraestruturas para mitigar os danos causados por eventos extraordinários, como demonstra a figura 69.

Figura 11 - Estrutura de uma galeria hídrica conectada ao corpo hídrico principal da BHC, Equatorial próximo a área de nascentes.



Fonte: Santos (2018).

A aplicação de uma infraestrutura precária que não desempenha o seu papel tende a agravar esses locais vulneráveis. O lançamento de efluentes diretamente no igarapé influencia não só o local que está recebendo o impacto, mais também afeta os demais cursos do corpo hídrico com o aumento do fluxo causando efeitos significativos no alcance da inundação.

Para mitigar a existência dessas áreas vulneráveis, é necessário planejar e cumprir os mecanismos com base no planejamento e gestão do meio ambiente, cabe aos agentes sociais, principalmente o Estado cumprir esse importante papel.

Considerações finais

Com a técnica de grau de importância, foi possível apontar dentro na bacia hidrográfica Caranã áreas com vulnerabilidade social, para esse caso específico o embasamento foi diretamente associado a questões geográficas como característica do ambiente físico e categorias sociais, o sistema de pesos fundamentados na relação da sociedade com o meio ambiente, essa ação se mostrou eficiente no apontamento de áreas com pessoas em situação vulnerável. A aplicação do grau de importância para variáveis sociais mostrou que áreas

localizadas no bairro Cidade Satélite, União e Jardim Caranã possuem indivíduos com alto grau de Vulnerabilidade social.

Essa mesma técnica aplicada aos dados de sínteses (vulnerabilidade social e vulnerabilidade física) gerou o mapa de vulnerabilidade ambiental, esse mesmo mapa de síntese demonstrou que 40% da bacia hidrográfica Caranã possui um alto grau de vulnerabilidade ambiental é essa análise engloba uma área pouco ocupada que é a margem esquerda do igarapé Caranã mais precisamente no Bairro Murilo Teixeira Cidade, embora a margem esquerda esteja em processo de ocupação, seus aspectos físicos demonstra que é uma área ambientalmente vulnerável sua ocupação deve ser planejada adequadamente.

Referências

BRAUCH, H. G, *Threats, challenges, vulnerabilities and risks in environmental and human security*. n. 1, Publication series of UNU-EHS, 2005, 104 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, *Censo demográfico 2010*. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 07 de julho 2018.

SANTOS, M. F, *Políticas públicas e vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica Caranã, Boa Vista-RR*, 2019. 162p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2019.

SIMÕES FILHO, F. et al. Registros sedimentares de lagos e brejos dos campos de Roraima: Implicações paleoambientais ao longo do Holoceno. In: BARBOSA, R. I.;

FERREIRA, E. J.G.; CASTELLON, E. G. (Org.) *Homem, Ambiente e Ecologia no estado de Roraima. Manaus*, INPA, 1997. p. 295-302.

VAEZA, R. F, et al. *Uso e cobertura em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução, Flor@am – floresta e ambiente*, v. 17, n. 1, p. 23-29, jan/jun. 2010.

WISNER, et al. *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*, 2. ed. UNDP, 2003, 134 p.

João Victor Silvestre da Silva Dias
Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior

Introdução

A energia solar é uma fonte natural e renovável, e é proveniente de forma direta do sol (Lima, 2020). A geração de energia fotovoltaica se mostra convidativa, pois se remete ao aproveitamento de uma fonte renovável.

Dentro do seu ciclo de produção, a energia solar tem seus impactos positivos e negativos. Segundo Barbosa Filho, et al. (2015) os impactos ambientais que são gerados por empreendimentos de energia fotovoltaica estão estritamente relacionados a sua localidade, as características do local de implementação dentro do ecossistema local. De acordo com Filho, et al. (2022) De uma maneira generalizada, os impactos negativos apresentados por sistemas fotovoltaicos são diminuídos bastantes se levarmos em consideração os impactos positivos e as vantagens com a sua implementação.

O Brasil representa e detêm um dos maiores índices de radiação solar do mundo, pois a maior parte do território nacional, encontra-se próximo a linha do Equador, apresentando muitas variações de radiação solar ao longo do dia, ANEEL (2002). Isso reforça que o potencial brasileiro solar é alto e levando em consideração o risco de escassez hídricas, que podem ocorrer nas hidrelétricas, deveria se buscar fontes de energéticas de cunho sustentável, Barbosa filho et al (2015), a exemplo da energia solar.

O estado de Roraima tem altos níveis de radiação solar ao longo de todo o ano, e conforme Nunes et al. (2012), para cada m^2 de placas de painéis solares instalados, evita-se uma inundação de $56m^2$ de terras férteis, através da construção de usinas hidrelétricas. O estado de Roraima ao utilizar energia solar como fonte de energia renovável, daria um passo importante para o desenvolvimento energético e o fim da dependência de fontes fósseis, Lima (2015).

Em relação, a dados solarimétricos do estado de Roraima, Taira et al. (2022), traz em seu trabalho os seguintes apontamentos:

Foi analisado o total diário de irradiação global horizontal em todo o estado de Roraima, podendo-se verificar que o estado possui uma média anual de Global Horizontal Irradiation (GHI) entre 4.250 a 5.500 Wh/m^2d , sendo que grande parte do território apresenta valores acima de 4.750 Wh/m^2d . A porção nordeste de Roraima é a que apresenta maiores valores de GHI, mas todo o estado apresenta altos valores de irradiação, inclusive maiores que a máxima irradiação global horizontal anual da Alemanha.

Partindo destes preceitos tem-se como objetivo discutir o potencial de geração de energia fotovoltaica no estado de Roraima e de forma prática sua implantação, tendo como

recorte amostral o Campus Paricarana da Universidade Federal de Roraima, localizado na capital deste estado, a cidade de Boa Vista.

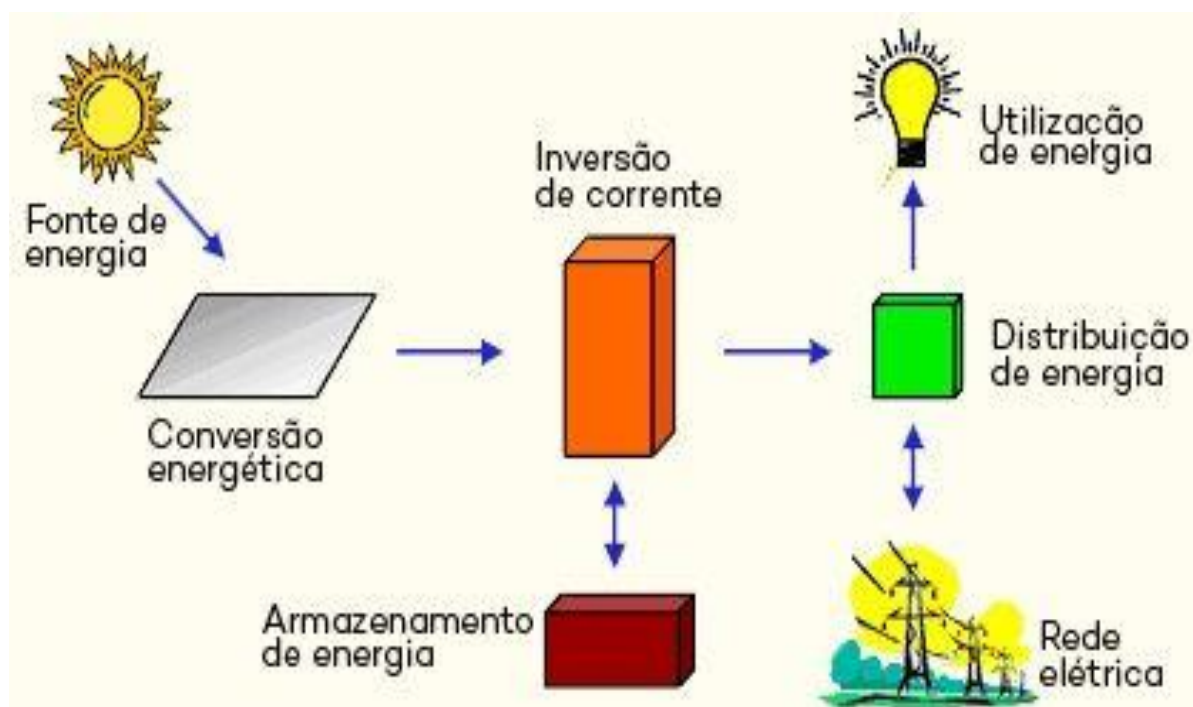
A metodologia para a pesquisa do trabalho parte da revisão de caráter descritivo, fazendo o uso de método de exploração e análise. A pesquisa bibliográfica teve bases de trabalhos científicos obtidos por meio de material oriundo de artigos, teses, dissertações e livros disponíveis na internet como sugerido por Gil (2017).

Foi também realizado o levantamento e análise de relatórios sobre a construção da Usina fotovoltaica e a sustentabilidade da produção desta produção energética dentro da UFRR. A disponibilização dos documentos foi viabilizada pela Pró-Reitoria de Infraestrutura da UFRR. De posse do referencial teórico e dos relatórios procedeu-se com a análise das condições da implementação da energia fotovoltaica no Estado de Roraima.

Produção de energia solar e a sua viabilidade para Roraima

A geração da energia solar ocorre por conta de um processo conhecido como efeito fotovoltaico, que ocorre em placas solares (figura 1). De uma maneira simples, as células fotovoltaicas que compõem as placas “transformam” os raios de sol em eletricidade, que depois deverá passar pelos inversores para ser convertida em corrente alternada (CA) e, depois, utilizada (figura 2). (Neosolar, 2023).

Figura 1 — Como é produzida a energia solar



Fonte: Neosolar (2023).

Figura 2 — Como a energia solar funciona nas residências



Fonte: Neosolar (2023).

De acordo com Nascimento (2020), o estado de Roraima utilizar energia renovável seria uma maneira de ter independência energética. Ao se tratar de viabilidade energética fotovoltaica, para Santos et al. (2012) a utilização de energia fotovoltaica no Brasil, principalmente em Roraima é viável o ano todo, pois a incidência solar é muito alta.

Ainda de acordo com o potencial do estado, Nascimento (2020) reafirma que Roraima possui um potencial que deve ser analisado e discutido para que venham a ser realizadas práticas de implementação de energia limpa.

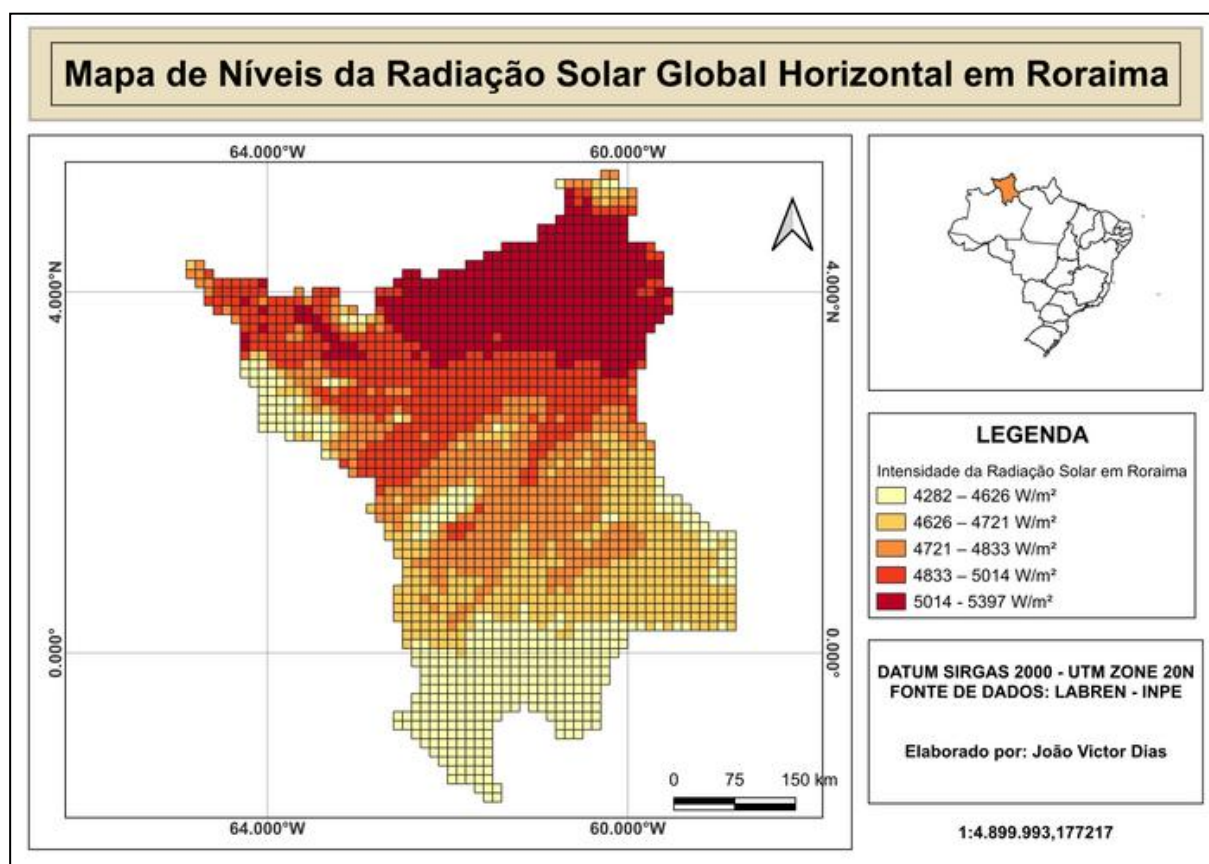
Com os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN) foi elaborado um mapa para mostrar a intensidade da radiação solar global horizontal (figura 3).

Ao fazer o download do mapa geral do site do LABREN, foi possível consultar a tabela de atributos e lá extrair as informações pertinentes ao referido estudo, sendo extraído os atributos anuais com os dados mais recentes, do ano de 2017, que seria a quantidade de Watts por metro quadro (W/m^2), que representa a unidade que busca medir a viabilidade energética do local.

Por meio da utilização de um gradiente de cores foi possível demonstrar os dados quantitativos, quanto mais forte a cor, maior será o nível de radiação do local, quanto mais fria a cor, menor é o nível de radiação. Ainda, os intervalos mostram os níveis de radiação solar global horizontal do menor para o maior valor que são o de Watts por metro quadro (W/m^2) ao longo de todo o território do estado de Roraima

Tal radiação pode ser usada para medir o potencial fotovoltaico do estado, e no caso do mapa foram utilizados os valores anuais de intensidade da radiação solar.

Figura 3 — Radiação solar global em Roraima



Fonte: O autor (2023).

A partir do mapa observa-se que a região centro-nordeste do estado apresenta alta incidência de irradiação solar e associado a isso tem-se o potencial de geração de energia fotovoltaica para essa região, bem como potencialidade de distribuição para o estado em diversas ou de forma ininterrupta ao longo do ano, sendo importante destacar que essa geração e distribuição interna é de extrema importância para o estado de Roraima, o qual não é interligado ao Sistema Integrado Nacional (SIN), de fornecimento de energia elétrica.

UFRR e a possível implementação de uma pequena usina fotovoltaica

A usina, que foi construída e está próxima de ser inaugurada em 2023, tem 1.116 painéis fotovoltaicos e ocupa uma superfície de 2.300 m² na área em frente ao Centro Amazônico de Fronteiras, no campus Paricarana. Sua produção anual de energia será de 656.009,12 kWh. Em relação ao valor do projeto, a Pró - Reitoria de Administração (2021) informa que o custo foi de R\$ R\$ 2.800.000,00, recurso advindo de emenda parlamentar em sua maior parte.

Composta por 4 módulos com 279 painéis cada, serão instalados em estruturas metálicas e interligados a dois geradores fotovoltaicos. Estes serão associados a duas subestações de 300 kVA para interligação à rede de média tensão trifásica da universidade, de acordo com UFRR (2022).

A implantação da Usina Fotovoltaica foi uma iniciativa de infraestrutura constante do Plano de Desenvolvimento Institucional da Universidade, UFRR (2021). O projeto configurou o início do processo de transformar a universidade em uma unidade de microgeração de energia, bem como geradora local do conhecimento e informações científicas para o tema de energias renováveis, com vista a ser utilizada pelos alunos, principalmente do curso de graduação em Engenharia Elétrica como sede de projeto (figura 4), servindo de laboratório para o curso, visando projetos de extensão e com isso trará divulgação científica para a sociedade (Estudo Preliminar - ETP Digital, 2021).

Figura 4- Miniestação de energia fotovoltaica com fins educacionais aos discentes do curso de Engenharia Elétrica e demais discentes.



Fonte: os autores (2023).

O uso desta tecnologia proporcionará a redução de custos no consumo de energia da universidade em 20% da conta, preservará a concepção arquitetônica do campus, evitando poluição visual e contribuirá com a redução de consumo de óleo diesel, atual fonte de energia primária de quase 100% da energia elétrica consumido em Roraima.

Além dos benefícios ambientais e econômicos, também temos o acadêmico, pois o curso de Engenharia Elétrica e o Fórum de Energias Renováveis de Roraima, organização que formula propostas de políticas públicas, interlocução e articulação institucional em prol do desenvolvimento energético do Estado, e que foram importantes no processo de construção do projeto elaborado pela Pró - reitoria de Infraestrutura e outros órgãos dentro da UFRR, serão responsáveis também por formar conhecimento técnico científico a partir da usina da faculdade e os 20% que sobrar de uma conta de quase R\$ 500.000 mil poderá ser realocada em benefício dos estudantes .

Em relação aos impactos ambientais, o Estudo Preliminar - ETP Digital (2021) afirma que a construção do parque fotovoltaico (figura 5) será realizada com materiais sólidos, duráveis e pouco residuais, buscando aplicar tecnologias de energia eficiente.

Os impactos ambientais tendem a ser mitigados, conforme o plano de resíduos sólidos que foi apresentado pela empresa contratada. Em relação a pós construção da usina, o Estudo

Preliminar - ETP Digital (2021) ainda reitera que a usina fotovoltaica cumpre o papel ambiental importante por se tratar de geração limpa de energia, bem como sustentável, que irá contribuir principalmente para redução no consumo de energias não renováveis. Destaca-se ainda que a viabilidade do projeto foi justificada de acordo com o orçamento elaborado pelo setor responsável em acordo com as normas e regulamentos vigentes.

Além destes elementos apresentados, o empreendimento faz parte do Plano Estratégico Institucional (2016-2025) da UFRR, como iniciativa de ampliar as fontes de energia alternativa (figura 6), valorizando o uso de formas alternativas de energia para readequar o sistema energético ou implementação de projeto piloto na universidade, ainda de acordo com o Estudo Preliminar - ETP Digital (2021).

Figura 5- Usina Fotovoltaica



Fonte: O autor (2023).

Figura 6- Local onde a usina está localizada



Fonte: O autor (2023).

Como ainda se trata de uma modalidade de geração de energia relativamente nova, em relação ao processo reciclagem e/ou reutilização de seus componentes materiais após o uso, pouco se fala sobre isto, logo, ainda se trata de um assunto pouco debatido.

A pertinência em se discutir o assunto reside no material que são feitas as placas, as quais têm um grande poder de contaminação do solo, de acordo com Pedroso et al. (2023). Ainda em relação ao descarte dos componentes fotovoltaicos, Almeida (2017) afirma que o material pós uso acaba se tornando resíduo na natureza, sem um destino correto.

Anami (2017) aponta que há necessidade de refletir sobre a sustentabilidade dos componentes fotovoltaicos, pois os dados estatísticos relativos a este tema são insuficientes. De acordo com Costa et al (2019), através de seu trabalho feito em Belém-PA, os alunos desconhecem a sustentabilidade e o impacto ambiental dos painéis solares das placas, e indica que as faculdades deveriam ter mais disciplinas que cobrissem a questão da sustentabilidade, com enfoque à energia fotovoltaica.

Em relação ao descarte e uso dos componentes até o fim da sua vida útil, Oliveira (2016) aponta que o descarte incorreto trará grandes consequências aos países que utilizam energia fotovoltaica. De acordo com Dias (2015), o Brasil tem um problema enorme em classificar e qualificar esse material devido a uma falta de política estruturada quanto a reciclagem. Pedroso et al. (2023) ainda reitera que o Brasil ainda está muito atrasado na linha de reciclagem fotovoltaica em relação aos Estados Unidos e países da Europa

Ao se mencionar a quantidade de lixo fotovoltaico produzido, Pedroso et al. (2023) fala que a China em 2050, terá em torno de 13,5 milhões de toneladas de lixo. Todavia, como a energia ainda é relativamente nova e os módulos duram de 20 à 25 anos, para Dias (2015), por enquanto ainda não temos todo esse montante em toneladas de placas e dejetos solares, assim, é possível se pensar em uma solução viável.

As empresas fornecedoras de placas fotovoltaicas, atualmente encontram-se sendo responsáveis pelo descarte, porém, ainda assim sofre-se com um descarte incorreto e um nível de reciclagem muito baixo, sendo que a maioria das placas tem silício na sua composição, que é altamente tóxico se descartado de maneira incorreta. O aumento da produção da energia fotovoltaica traz consigo uma falta de planejamento das empresas que as produzem (OLIVEIRA et al., 2017), e com isso uma preocupação, o que fazer com os resíduos?

Ainda sobre uma questão de reciclagem e descarte, Coelho e Serra (2018) afirmam que o descarte incorreto pode contaminar o solo e constituir problemas graves à saúde, pois os componentes são tóxicos. Pedroso et al. (2023) afirma que a reciclagem atualmente está focada em semicondutores, ou seja, materiais que se tornam condutores de eletricidade

Dias (2015) levanta o questionamento: até que ponto a energia fotovoltaica é realmente limpa, sendo que no fim de sua vida útil traz uma série de problemas para o meio ambiente.

Barbosa Filho et al (2015) traz em seu trabalho os impactos ambientais sobre o meio físico, em relação a degradação da paisagem: ao implementar uma usina fotovoltaica ocorrerão alterações na paisagem do local, que poderá variar de acordo com tamanho do empreendimento, também irá gerar resíduos sólidos que podem contaminar o solo, junto com o armazenamento e manuseio de produtos químicos que serão utilizados durante a implementação da usina, junto

com a geração de poeiras e alterações na qualidade do ar, indução ou intensificação de fenômenos erosivos e modificações no comportamento hídrico e o fluxo hidrológico no local.

Em relação ao meio biótico, Barbosa Filho et al. (2015) irá falar da perda da cobertura vegetal, alteração da dinâmica dos ecossistemas locais, afugentamento e fuga da fauna local e uma grade diminuição do potencial ecológico do local que a usina será implementada.

Deste modo, não só pensar no presente, mas no futuro é condição sine qua non para a implantação e utilização da energia oriunda do sol, pois os mecanismos utilizados para a geração de energia fotovoltaica, ao longo do tempo, podem apresentar potencial nocivo ao meio ambiente, sendo necessário pensar desde já alternativas para descarte adequado, principalmente de placas e baterias, por parte das indústrias produtoras e da conscientização dos usuários para com o local adequado para descarte.

A utilização de um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) pode ser bastante útil e servir ao propósito do descarte adequado das placas que excederem o tempo de vida útil, trata-se da logística reversa (LR).

O parágrafo XII do artigo 3º, capítulo II da PNRS (Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010), define a LR como instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

No Art. 33 da PNRS são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Com o intuito de reforçar e incentivar a prática da PR faz-se importante citar o Decreto nº 11.413 de 2023 (Brasil, 2023), o qual institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa (CCRLR), o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral (CERE) e o Certificado de Crédito de Massa Futura, no âmbito dos sistemas de logística reversa.

O referido decreto tem por finalidade aferir a destinação final dos resíduos mediante práticas sustentáveis de recolhimento e tratamento, logo, é importante instrumental a ser agregada ao descarte das placas fotovoltaicas desde a compra, sendo salutar a divulgação de tal prática para pessoa jurídica e física.

O estado de Roraima tem amplo potencial de geração de energia a partir do sol e associado a práticas de implantação e descarte sustentáveis de resíduos terá muito a avançar em práticas que potencializem o uso de energias renováveis de baixo impacto de fato, de ponta a ponta, da geração, ao descarte da fonte geradora.

Conclusão

Foi constatado nesse trabalho que há possibilidade de geração de impactos ambientais a partir da fonte e processos de geração elétrica fotovoltaica. No caso da usina fotovoltaica da UFRR, os impactos foram mitigados em razão do local onde foi construída a usina já ter sido antropomorfizado suficientemente para que os impactos ambientais fossem os mínimos.

A usina da UFRR se encontra construída, porém, ainda não há responsáveis técnicos no local para que ocorra o pleno funcionamento da mesma e ainda há presença de animais (matilha de cães) em volta dos painéis, com potencial de ocasionar problemas com os painéis e também com os próprios animais em volta, pois não existe nenhum mecanismo de proteção entre os cachorros e os painéis solares.

Apesar dos impactos da construção da usina serem baixos, os resíduos sólidos dela ainda se encontram no local de construção, como tábuas e caixas. Ainda de acordo com Barbosa Filho (2015), esse é um dos impactos que a construção de uma usina pode gerar. O próprio plano de implantação do empreendimento prevê tal recolhimento, para tanto, até o momento a devida destinação não foi dada a estes resíduos.

Neste trabalho também foi apresentando os percalços que permeiam a geração de energia fotovoltaica, que muitas vezes é vista como algo totalmente limpo e que não gera nenhuma poluição e desvantagem, todavia, foi possível constatar que assim como qualquer outro tipo de energia, prós e contras estão presentes, uma vez que desde a fabricação dos componentes que se encontram nas placas e baterias há uma margem de poluição sendo ela grande ou pequena.

Ademais, como é uma energia que ainda é nova e ainda não se vê o “rastros” evidente de poluição, vislumbra-se ser a hora de pensar sobre a sua reciclagem e/ou descarte, posto que o conhecimento acadêmico e tecnológico que está sendo construído ainda apresenta pouca relação entre a produção energética fotovoltaica e o seu descarte no meio ambiente, bem como a reflexão: o que isso implica de fato.

Referências

ALMEIDA, E. *Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica*. Belo Horizonte: [s.n.], 2017. 18 p.

ANAMI, A. M. *Painel fotovoltaico: perspectivas e desafios*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 80 f. 2017.

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira et al. Expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil: impactos ambientais e políticas públicas. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 4, p. 628-642, 2015.

BRASIL, Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: *Diário Oficial da União*, 03 de agosto de 2010.

BRASIL, Decreto nº 11.413 de 13 de fevereiro de 2023. Brasília: *Diário Oficial da União*, 13 de fevereiro de 2023.

COSTA, G. R. et al. Impactos ambientais causados pelos painéis solares: percepção dos discentes da UFRA-Campus Belém-Pa. *ENCICLOPEDIA BIOSFERA*, v. 16, n. 30, 2019.

DIAS, P. R. *Caracterização e reciclagem de materiais de módulos fotovoltaicos* (painéis solares). 2015.

ESTUDO PRELIMINAR - ETP DIGITAL (Roraima). ESTUDO PRELIMINAR - ETP DIGITAL, 3, 28/09/2021. *Estudo Técnico Preliminar 79/2021*, Roraima: UFRR, ano 3, 28 set. 2021

GIL, Antonio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 6. ed. atual. e aum. [S. l.]: Atlas, 2017. 192 p.

NASCIMENTO, Francisleile Lima. Paine solar fotovoltaica como energia alternativa e sustentável para o estado de Roraima-RR. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, v. 1, n. 3, p. 25-34, 2020.

NEOSOLAR (Brasil). *Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes*. [S. l.]: Neosolar, 2023. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em: 30 set. 2023

OLIVEIRA, D. B, LEBENSOLD, F. OLIVEIRA, L. T. *Destinação final das placas fotovoltaicas pós-consumo no Brasil*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2017.

PEDROSO, Rafael Negrine Soares; DOS SANTOS, Leonardo Reis; PIRES, Rachel Cristina Santos. *Um Futuro Problema Com o Descarte de Painéis Solares*. Epitaya E-books, v. 1, n. 32, p. 204-213, 2023.

PRÓ-REITORIA DE ADMINISTRAÇÃO (Roraima). UFRR. Formalização de Demanda, Nº 22, 10/05/2021. *DOCUMENTO DE FORMALIZAÇÃO DA DEMANDA*, [S. l.], 10 maio 2021.

SANTOS, A. C. S.; FRANCISCO, J. C. “Uso de painéis solares e sua contribuição para a preservação do meio ambiente”. Bolsista de Valor: *Revista de Divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF - Fluminense*, vol. 2, n. 1, 2012.

UFRR (Roraima). <https://antigo.ufr.br/ultimas-noticias/8295-ufr-inicia-construcao-de-usina-fotovoltaica-no-campus-paricarana>. In: *UFRR inicia construção de usina fotovoltaica no campus Paricarana*. Roraima: UFRR, 02/05/2022. Disponível em: <https://antigo.ufr.br/ultimas-noticias/8295-ufr-inicia-construcao-de-usina-fotovoltaica-no-campus-paricarana>. Acesso em: 30 set. 2023.

PROGRAMA PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES POR DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL REDD+: UMA ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PROJETOS NO ESTADO DE RONDÔNIA

Bárbara Elis Nascimento Silva
Hemili Vitoria do Carmo Pimentel
Maria Madalena de AguiarCavalcante

Introdução

A Redução de Emissões por Desmatamento e/ou Degradação Florestal, conhecido pela sigla REDD+, é uma iniciativa global e ao mesmo tempo busca promover a conservação e o manejo sustentável das áreas florestais. Sua concepção teve origem em 2005, durante a 11ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 11), realizada em Montreal, Canadá. Foi formalmente adotado como um mecanismo em 2007, durante a COP 13, realizada em Bali, Indonésia. Desde então, o REDD+ tem desempenhado um papel fundamental na integração das florestas na mitigação das mudanças climáticas.

As definições do REDD+ passaram por evoluções ao longo da última década, contudo, sua essência permanece inalterada: ele representa um mecanismo financeiro que direciona incentivos, como pagamentos baseados em resultados, para nações e regiões comprometidas com a redução do desmatamento. No Acordo de Paris, firmado em 2015, também se destaca o REDD+ como uma abordagem de incentivo baseada em resultados e fortemente orientada para o desempenho (WONG, et al;2019).

Embora o mercado regulado de carbono no Brasil esteja em processo de implementação¹, já existem 31 projetos REDD+ registrados no país², gerando créditos de carbono através da redução do desmatamento, da degradação florestal, do manejo sustentável das florestas, da conservação e do aumento dos estoques de carbono florestal. Além disso, há outros 51 projetos em fase de desenvolvimento ou aguardando validação (VCS, 2023).

Projetos de REDD+ são iniciativas que buscam reduzir as emissões de gases de efeito estufa provenientes do desmatamento e da degradação florestal, além de promover a conservação e o manejo sustentável das florestas, resultando em benefícios adicionais para a biodiversidade e para os meios de subsistência das comunidades locais (MILBANK,2018).

Apesar de os projetos REDD+ serem capazes de transformar recursos em benefícios adicionais e duradouros, um desafio persistente é a distribuição justa e eficiente desses benefícios, assegurando uma alocação equitativa dos recursos (GEBARA, 2013).

RIVA (2022) destaca que a participação das comunidades locais é um componente crítico para o sucesso do programa REDD+, uma vez que essas comunidades devem atuar na

¹ Agência Câmara de Notícias. **Governo conclui proposta de regulamentação do mercado de carbono e espera aprovação até a COP-30.** Disponível: <https://www.camara.leg.br/noticias/979585-governo-conclui-proposta-de-regulamentacao-do-mercado-de-carbono-e-espera-aprovacao-ate-a-cop-30/>. Acesso: 19/10/2023.

² Levantamento produzido pelas autoras a partir dos dados disponibilizados na base de dados VERRA (<https://registry.verra.org/>, acessado em 19 de outubro de 2023);

tomada de decisões e na implementação do programa para garantir os benefícios gerados pelo REDD+ e que sejam distribuídos de forma justa e nas necessidades locais.

Devido ao seu histórico de desmatamento e degradação florestal, Rondônia tem se destacado como um estado importante para a implementação de projetos de REDD+ no Brasil (SILVA, 2020). Em parceria com organizações da sociedade civil, empresas e governos, o estado tem implementado diversas iniciativas de REDD+ com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover o desenvolvimento sustentável.

Em Rondônia, existem atualmente três (03) projetos de REDD+ registrados, enquanto dois (02) estão em processo de implementação. Essas iniciativas se distribuem entre Terras Indígenas, Unidades de Conservação e Propriedades Privadas. Este estudo visa avaliar os principais componentes dos programas REDD+ em Rondônia, analisando os benefícios gerados para os stakeholders envolvidos nesses programas. Para isso, foi conduzido um levantamento das áreas protegidas e áreas privadas com projetos de REDD+, utilizando os Relatórios disponíveis na base de dados da VERRA. Isso incluiu análises dos descritivos de projeto, assim como relatórios de validação, monitoramento e verificação.

Do território: concepção dos programas redução de emissões provenientes de desmatamento e degradação florestal-REDD+.

O conceito de território norteia a pesquisa, uma vez que esse é compreendido a partir de uma relação múltipla de poderes. Neste sentido, o poder é exercido de forma multidimensional, e se manifesta de diferentes formas sobre um mesmo território, podendo ser pelos seguintes atores: Estado, instituições, empresas e sociedade em geral que possuem diversos interesses. Estes atores executam uma ação intencional no uso do território, cujo intuito é se apropriar e produzir relações econômicas, políticas, sociais e ambientais em um determinado território (RAFESTTIN, 1993).

Na presente conjuntura, o uso do território implica não somente na correlação direta com a exploração dos recursos naturais, mas, envolve as táticas de apropriação, controle e hegemonia por intermédio dos diversos atores. Diante desse panorama, à luz das contribuições expostas por Raffestin (1993) evidenciam-se na área de estudo três tipos de atores que expressam a sua capacidade de controle em relação à utilização do território:

(I) Estado – representados por entes governamentais, de âmbito municipal, estadual e nacional, elaboram uma concepção na qual se inserem os órgãos incumbidos das questões ambientais e desenvolvimento, cujo escopo se direciona à gestão e regulamentação do uso do território e dos seus recursos naturais mediante a utilização de diversos instrumentos, tais como a edição das políticas de mudanças climáticas, abertura de editais para as empresas (MELLO, 2011).

(II) Atores sociais – na área de estudo são representadas pelas comunidades tradicionais como extrativista e indígenas. Os atores sociais, por sua vez, podem influenciar a forma como o uso do território é ocupado e explorado.

(III) Atores econômicos – diz respeito aqueles que desempenham um papel importante na produção, distribuição e consumo de bens e serviços em uma determinada território. Esses

atores incluem empresas, indústrias, instituições financeiras, governos, ONGs, entre outros atores que participam da economia de uma região. Cada ator econômico possui uma lógica de funcionamento e interesses específicos.

A interação complexa desses atores e suas dinâmicas de poder ressalta a necessidade de políticas e práticas que considerem a diversidade de interesses e promovam uma gestão territorial sustentável e equitativa, capaz de harmonizar a conservação ambiental com o desenvolvimento socioeconômico

Projetos de REDD+ em Rondonia

Os projetos REDD+ desempenham um papel crucial na mitigação das mudanças climáticas, ao reduzir o desmatamento ilegal, conservar e recuperar ecossistemas florestais e promover o desenvolvimento sustentável. No entanto, a eficácia desses projetos vai além da simples redução de emissões de carbono. Os co-benefícios dos projetos REDD+ incluem incentivos financeiros para reduzir o desmatamento, redução da degradação em florestas que perderam parte do seu valor ecológico, e a promoção do desenvolvimento sustentável, gerando benefícios ambientais, sociais e econômicos (FALLASCH,2023) .

Projetos REDD+ não devem ser apenas geradores de créditos de carbono, mas também devem criar valor agregado por meio da geração de benefícios sociais e à biodiversidade. A abordagem de "co-benefícios" destaca a importância de garantir que esses projetos contribuam para metas mais amplas de sustentabilidade, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) e a proteção e melhoria da biodiversidade (De MELLO,2023; ODS BRASIL,2023).

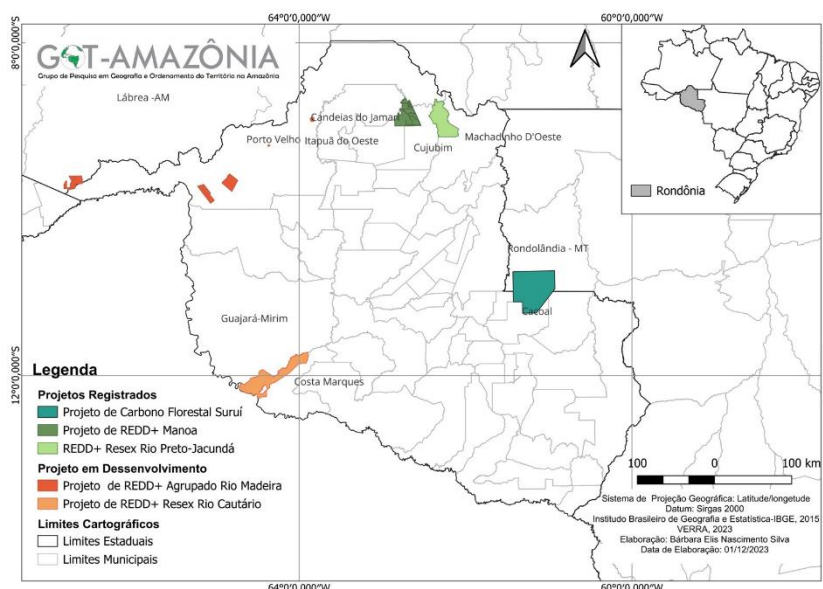
Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU representam uma estrutura global para abordar desafios complexos que o mundo enfrenta, incluindo a mudança climática. A recomendação chave relacionada aos ODS é que os projetos REDD+ devem ser alinhados com esses objetivos. Ao fazer isso, os projetos REDD+ podem contribuir de maneira mais significativa para a realização dos ODS, que abrangem áreas como erradicação da pobreza, igualdade de gênero, saúde, educação, água limpa, redução das desigualdades e muito mais (SIMONET,2016; SYVERA,2023; TIMKO *et al.*, 2018)

Cada vez mais, o mercado está buscando projetos REDD+ de "alta qualidade" que estejam alinhados com os ODS. A avaliação de impactos sociais e ambientais, a consulta às partes interessadas e a busca por benefícios amplos são elementos essenciais para atender a esses critérios de alta qualidade, conforme estabelecidos por organizações como o WWF-US, EDF e Oeko-Institut (FALLASCH, 2020).

Atualmente, existem certificadores de co-benefícios REDD+ que são organizações independentes encarregadas de fornecer metodologias e diretrizes para a implementação, monitoramento e verificação de projetos REDD+. Esses certificadores desempenham um papel crucial ao garantir níveis elevados de segurança, rigor técnico, transparência e participação necessária das comunidades e outras partes interessadas potencialmente afetadas pelos projetos. Alguns exemplos de certificadores de co-benefícios REDD+ incluem Climate, Community and Biodiversity Standards (Padrões CCB), o Social Carbon, o Plan Vivo, entre outros.

No estado de Rondônia, todos os projetos de REDD+ foram certificados de acordo com o padrão CCB, dois deles transcendem a fronteira do estado, o agrupamento Madeira envolve uma área já no município de Labrea no estado do Amazonas e o pioneiro no estado, o Projeto de Carbono Florestal Suruí, implementado em 2009 se estende aos limites do município de Rondolândia no estado de Mato Grosso. Este projeto representou um marco significativo por ser o primeiro projeto REDD+ proposto em Terras Indígenas no Brasil (SILVA, 2018).

Figura 1- Mapa de localização dos projetos de REDD+ em Rondônia



O Projeto de Carbono Florestal Suruí é uma iniciativa de REDD+ realizada em parceria com o povo indígena Paiter-Suruí, situado no estado de Rondônia, Brasil. Lançado em 2007, ele se destacou por buscar uma abordagem integrada entre conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais, ao mesmo tempo que apoiou a preservação da cultura e dos costumes dos povos indígenas (VCS, 2023).

Durante o primeiro ciclo de monitoramento, os recursos financeiros provenientes da venda de créditos de carbono gerados no período de 2009 a 2012 foram investidos em melhorias na agricultura e infraestrutura. Esses investimentos permitiram a distribuição de roçadeiras, a preparação de áreas de cultivo e a construção de tanques para a piscicultura por meio do aluguel de equipamentos. Além disso, o projeto promoveu cadeias produtivas das castanhas e produtos artesanais, resultando em ações benéficas para a comunidade Suruí.

Entretanto, em 2016, o projeto enfrentou desafios consideráveis relacionados à exploração ilegal de madeira e à dificuldade de executar as atividades planejadas, o que levou à sua suspensão. Desde então, a Associação Metareilá do Povo Indígena Suruí (AMPS) tem se empenhado incansavelmente em abordar esses problemas e assegurar a continuidade do projeto.

Durante o segundo ciclo de monitoramento, foi identificado uma série de pontos em que a falta de gestão adequada resultou em desafios significativos. Estes desafios incluem:

- Falta de informações abrangentes sobre o projeto, resultando em uma lacuna de conhecimento sobre suas metas e impactos entre a comunidade.

- Ausência das lideranças nas aldeias, o que pode ter prejudicado a coordenação e a comunicação eficaz relacionadas ao projeto.
- Ineficiência do parlamento indígena como espaço para solucionar problemas e conflitos, possivelmente devido a lacunas na representação ou procedimentos inadequados.
- Expectativas não atendidas, particularmente em relação à distribuição equitativa dos recursos do projeto entre os membros da comunidade.
- Formação de associações com o objetivo de acessar recursos, indicando a necessidade de maior clareza e diretrizes sobre a gestão de recursos.
- Crescimento de conflitos internos na Terra Indígena relacionados à falta de coordenação e comunicação eficaz.

Todos esses fatores contribuíram para a continuidade e aumento do desmatamento dentro da Terra Indígena.

O segundo projeto implementado no estado foi o Projeto REDD+ RESEX Rio Preto-Jacundá no qual foi desenvolvido em parceria entre a Biofilica e os moradores da reserva extrativista, representados pela Associação de Moradores da reserva extrativista Rio Preto-Jacundá e Ribeirinhos do Rio Machado (Asmorex), com apoio do Centro de Estudos Rioterra (CES Rioterra) e do Conselho Deliberativo das Reservas Extrativistas do Vale do Anari (Cdrex). A reserva extrativista está localizada nos municípios de Machadinho D'Oeste e Cujubim, nordeste do estado de Rondônia, e possui um território de 94.289 hectares de floresta.

O Projeto Rio Preto Jacundá conquistou o selo de ouro CCB devido aos benefícios excepcionais que trouxe tanto para a comunidade quanto para a biodiversidade. Esse projeto se destaca por não beneficiar apenas a comunidade por meio das estratégias de co-benefícios, mas também pela venda dos créditos de carbono líquido e pela contribuição da desenvolvedora, que cobre os custos de implementação. O Projeto Descritivo reforça a importância do objetivo social e da participação comunitária.

Este projeto impacta positivamente sete dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que incluem:

- Educação de qualidade.
- Igualdade de gênero.
- Energia limpa e acessível.
- Indústria, inovação e infraestrutura.
- Consumo e produção responsáveis.
- Ação contra a mudança global do clima.
- Vida terrestre.

Nas fases de verificação de créditos (2015-2020 e 2012-2015), beneficiou 33 famílias, oferecendo cursos técnicos, implementando centro educacional e facilitando o acesso à informação. Foram desenvolvidos cursos técnicos e profissionalizantes voltados para áreas como gestão financeira, administração e organização social. Adicionalmente, foi implementado um centro educacional para jovens e adultos, ampliando o acesso a capacitações que melhoram as perspectivas de emprego e a diversificação de renda, principalmente para mulheres e jovens (VCS,2023)

O projeto também facilitou o acesso à informação por meio da aquisição de equipamentos de informática e capacitações relacionadas. Paralelamente, promove atividades focadas em práticas sustentáveis, como o extrativismo e o manejo florestal sustentável, que reduzem atividades ilegais por parte dos comunitários e promovem a valorização da diversidade cultural, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da Reserva Extrativista.

Todas as atividades são abertas e estimulam a participação de todos os moradores das comunidades, com ênfase na inclusão de mulheres e jovens. A instalação de nove (09) placas fotovoltaicas aumentou significativamente a utilização de energia renovável no projeto, proporcionando energia limpa e sustentável para as famílias na Reserva Extrativista. Como resultado, todas as comunidades locais têm atualmente acesso à energia, combinando sistemas energéticos convencionais e alternativos.

O projeto também auxilia no acesso a tecnologias e informações por meio da aquisição de equipamentos de informática e da construção de uma torre de internet, facilitando o contato com assuntos atuais. Investe na melhoria da infraestrutura local para apoiar o desenvolvimento humano, incluindo a implantação do centro educacional para jovens e adultos, a construção do centro comunitário com um ambulatório e espaço para interação entre os moradores, bem como a manutenção das estradas e ramais dentro do projeto, facilitando a locomoção e o acesso.

Com um Plano de Manejo de Uso Múltiplo que estabelece regras e procedimentos para o extrativismo e manejo florestal de baixo impacto, incentivando a exploração responsável dos recursos naturais, a agricultura de baixo carbono e a recuperação de áreas degradadas. Esse plano também apoia o desenvolvimento socioeconômico da região, principalmente por meio das cadeias extrativistas produtivas, como a produção de farinha de mandioca, castanha do Brasil e açaí. Todas essas atividades são realizadas de forma a garantir o uso eficiente dos recursos naturais e sua gestão sustentável.

O REDD+ Manoa é o terceiro projeto a ser implementado no estado de Rondônia. Essa iniciativa resulta da colaboração entre a Biofilica Investimentos Ambientais S.A. e o Grupo Triângulo e está localizada na Fazenda Manoa, no município de Cujubim, em Rondônia.

A Biofilica Investimentos Ambientais desempenha um papel fundamental na liderança da concepção e execução do projeto, abrangendo desde a coordenação do diagnóstico socioeconômico e ambiental até o desenvolvimento e financiamento do DCP (Documento de Concepção do Projeto), a validação/verificação e a comercialização dos créditos de carbono. A Triângulo Pisos e Painéis Ltda. detém a propriedade da terra onde o projeto será realizado, abrangendo uma extensão de 73 mil hectares de floresta, representando um dos poucos remanescentes de floresta em terras privadas na região.

O objetivo principal do projeto é reduzir o desmatamento e as emissões de gases de efeito estufa por meio da proteção e monitoramento da floresta, utilizando técnicas de monitoramento remoto e vigilância em campo, além da implementação das melhores práticas de manejo florestal sustentável. Inclui também pesquisas científicas para acompanhar o impacto do manejo florestal, estudos de espécies identificadas e/ou endêmicas, bem como parcerias com instituições de ensino e pesquisa para a produção e disseminação de conhecimento.

Busca também impulsionar o desenvolvimento econômico local através do Centro de Treinamento em Manejo Florestal (CEFFLOM), que oferece treinamentos e capacitações em técnicas de manejo florestal para a população local. O projeto também inclui ações de empoderamento social, incluindo programas de educação ambiental destinados às comunidades locais em torno de Cujubim, com o objetivo de promover a conservação ambiental e melhorar a qualidade de vida dessas pessoas.

O projeto possui a certificação CCB para a geração de co-benefícios, com um selo de ouro em reconhecimento de seus esforços na promoção da biodiversidade. Em relação aos benefícios direcionados à população, foi estabelecido o Centro de Treinamento em Manejo Florestal (CEFFLOM), que oferece treinamentos e cursos de capacitação para a comunidade local.

De acordo com o relatório de monitoramento, uma média de 30 trabalhadores por ano e cerca de vinte e quatro (24) estudantes participaram de treinamentos em técnicas de gestão ecologicamente sustentáveis e de baixo impacto. Além disso, o projeto realiza atividades relacionadas à educação ambiental, nas quais cerca de cento e cinquenta e cinco (155) jovens estudantes participaram nos últimos quatro (4) anos do período de monitoramento. Essas ações contribuem para a disseminação do conhecimento sobre a importância das práticas de gestão sustentável e conservação florestal, consolidando a cultura do desenvolvimento sustentável.

No estado, existem dois em processo de implementação. O primeiro é o Projeto Agrupado Rio Madeira, desenvolvido pela Carbon Asset Management Projetos Ambientais Ltda e Future Carbon Group. Esse projeto abrange as regiões de Porto Velho (RO) e Lábrea (AM). Como ainda não está registrado, não há clareza sobre as atividades a serem desenvolvidas nem sobre a população a ser beneficiada.

Outra iniciativa em processo de implementação é o Projeto de Crédito de Carbono na Reserva Extrativista do Rio Cautário, localizado no estado de Rondônia e abrangendo uma área de 146.400 hectares. Trata-se de uma unidade de conservação estadual que foi implantada desde 2020 e está no caminho para a validação dos créditos de carbono. Com uma duração prevista de trinta (30) anos, o projeto é realizado em parceria com a comunidade extrativista, a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental - SEDAM e a Empresa Permian Brasil.

Os benefícios englobam Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) com duração de 30 anos, acesso a créditos bancários, impulso à economia local e suporte logístico ao conselho deliberativo da Reserva Extrativista. Além disso, oferece assistência técnica gratuita para aprimorar a qualidade do solo, aumentar a produtividade e capacitar os residentes para gerar renda adicional. Programas de extensão rural e educação ambiental também fazem parte deste projeto.

Tabela 1: Informações Gerais dos Projetos de REDD+ em Rondônia.

| Nome | Cidade | Proponentes do Projeto | Tipo Área | Área (ha) | Início do Período Creditício | Status do Projeto | ER Anual (VCU) | Padrões de metodologia | Padrões de Qualidade | ODS Atingidas |
|--|-------------------------------------|--|---------------------------|-----------|------------------------------|--|----------------|------------------------|---------------------------|---------------|
| Projeto de Carbono Florestal Suruí | Cacoal | Associação Metareilã do Povo Indígena Suruí | Terra Indígena | 31.994,20 | 2009 | Suspensão | 247.460 | VCS | CCB | |
| Projeto REDD+ Manoa | Cujubim | Triângulo Pisos e Painéis Ltda | Propriedade Rural Privada | 730387 | 2013 | Registrado | 279.290 | VCS | CCB | |
| | | Biofilica Investimentos Ambientais | | | | | | | Nível ouro Biodiversidade | |
| Projeto REDD+ RESEX Rio Preto Jacundá | Machadinho D'Oeste | Biofilica Investimentos Ambientais | | | | | | VCS | CCB | |
| | | Associação dos Moradores de Reserva Extrativista Rio Preto Jacundá e Ribeirinhos do Rio Machado- Asmorex | Resex | 94.289 | 2012 | Registrado | 414.290 | VCS | Nível ouro Comunidade | |
| Projeto de REDD+ Rio Madeira | Porto Velho/RO e Labres/AM | Future Carbon International LLC | Propriedade Rural Privada | 52.274 | 2019 | Pedido de aprovação do registro e da verificação | 279.290 | VCS | CCB e Social Carbon | |
| Projeto de REDD+ Rio Cautário | Costa Marques RO e Guajará Mirim/RO | Permian Brasil | Resex | 146.000 | 2020 | Em desenvolvimento | - | VCS | CCB | |

Fonte: Base de dados VERRA (2023)

É importante destacar que os projetos em Rondônia foram pioneiros na iniciativa de implementação de projetos de Carbono, alguns projetos estão com mais de 10 anos de atuação, atualmente no segundo ciclo de verificação. No entanto, é válido observar que o mercado de Carbono ainda é relativamente imaturo, especialmente no que se refere à verificação dos co-benefícios. O detalhamento das informações muitas vezes se encontra disperso nos relatórios institucionais, tornando a obtenção dessas informações um processo investigativo, o que resulta em incertezas sobre a extensão e o status das atividades relatadas (LUSIANA,2014; WONG,2019).

Em alguns projetos analisados identifica-se uma lacuna no detalhamento para comprovar os resultados dos benefícios, uma deficiência notada nos relatórios de monitoramento e verificação analisados neste estudo. Essa carência de especificidade nos processos de desenho, monitoramento, mensuração e comunicação dos resultados se torna evidente, principalmente no que se refere aos co-benefícios. Além disso, a insuficiência, ou até mesmo a ausência, de estratégias de co-benefícios em alguns projetos ressalta a fragilidade dos padrões de co-benefícios como instrumento para garantir o respeito às salvaguardas e um impacto social relevante nas comunidades locais.

Vale a pena ressaltar a diferença entre o valor gerado para a comunidade no Projeto Rio Preto-Jacundá e nos projetos em que os proponentes são proprietários das terras. Isso lança luz sobre a real representatividade dos benefícios sociais e da participação da comunidade nas estratégias de co-benefícios dos projetos.

A maioria dos projetos adota estratégias de co-benefícios sociais que, em sua maioria, são indiretas, ou seja, não envolvem pagamento direto às famílias. Um exemplo de exceção é o projeto Resex Rio Cautário, que apresenta essa estratégia de pagamentos diretos às famílias. Em geral, as ações estão voltadas para a construção ou reforma de infraestrutura e aquisição de equipamentos de uso comunitário, o apoio às atividades produtivas por meio de infraestrutura, equipamentos, capacitações e assistência técnica para as famílias, bem como a geração de empregos diretos durante o tempo de implementação do projeto.

Por último, uma outra lacuna identificada é que, embora a correlação entre as ODS e as atividades realizadas seja uma recomendação dos Padrões CCB, muitos projetos ainda não conseguem estabelecer essa relação de forma concreta. Em diversos casos, as informações disponíveis consistem apenas em relatos isolados de atividades do projeto, incapazes de demonstrar de maneira sistemática o progresso em direção a essas metas.

Considerações finais

Este trabalho teve como propósito realizar uma avaliação dos benefícios provenientes dos projetos relacionados ao REDD+ em Rondônia, analisando, adicionalmente, seus impactos na população local. Além disso, busca-se conduzir uma análise mais aprofundada com o intuito de avaliar a equidade dos benefícios, identificar os beneficiários específicos e examinar de que maneira os co-benefícios contribuíram para a melhoria da qualidade de vida nas comunidades locais. Ao abordar minuciosamente esses componentes e os benefícios decorrentes dos programas REDD+, esta pesquisa visa agregar ao entendimento das complexidades inerentes à implementação do programa, fornecendo insights cruciais para o desenvolvimento de

estratégias eficazes no combate ao desmatamento e à degradação florestal. Ademais, almeja-se promover a conservação e o manejo sustentável das florestas, visando a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Referências

CLIMATE, COMMUNITY AND BIODIVERSITY ALLIANCE (CCBA). **Climate, Community and Biodiversity Standards**, 3rd ed.; CCBA: Arlington, VA, USA, 2013.

DE MELLO, CONRADO AMOEDO. **Compartilhamento de Benefícios em Projetos REDD: Desafios para uma Implementação Justa e Inclusiva na Amazônia Brasileira**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, 2023.

FALLASCH, F. **What makes a high-quality carbon credit? Phase 1 of the “Carbon Credit**. 2020. Disponível em: <https://www.worldwildlife.org/publications/what-makes-a-high-quality-carbon-credit> . Acesso em 28 de outubro de 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of the World’s Forests 2018—Forest Pathways to Sustainable Development**; FAO: Rome, Italy, 2018

GEBARA, M.F. 2013. **Importance of local participation in achieving equity in benefitsharing mechanisms for REDD+**: A case study from the Juma sustainable development reserve. *International Journal of the Commons* 7: 473–497

HOWELL, S. 2015. **Politics of appearances**: Some reasons why the UN-REDD project in Central Sulawesi failed to unite the various stakeholders. *Asia Pacific Viewpoint* 56: 37–47.

JAUNG, W., and BAE, J.S. 2012. **Evaluating socio-economic equity of REDD+ in a rights-based approach**: Rapid equity appraisal matrix. *Environmental Science and Policy* 22: 1–12.

LOFT, L., RAVIKUMAR, A., GEBARA, M.F., PHAM, T.T., RESOSUDARMO, I.A.P., ASSEMBE, S., TOVAR, J.G., MWANGI, E., and ANDERSSON, K. 2015. **Taking stock of carbon rights in REDD+ candidate countries**: Concept meets reality. *Forests* 6: 1031–1060.

LUSIANA, B., VAN NOORDWIJK, M., JOHANA, F., GALUDRA, G., SUYANTO, S., and CADISCH, G. 2014. **Implications of uncertainty and scale in carbon emission estimates on locally appropriate designs to reduce emissions from deforestation and degradation (REDD+)**. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 19: 757–772.

MILBANK, C.; COOMES, D.; VIRA, B. **Assessing the Progress of REDD+ Projects towards the Sustainable Development Goals**. *Forests* 2018, 9, 589. <https://doi.org/10.3390/f9100589>

ODS BRASIL. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em : <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em 28 de outubro de 2023.

RIVA, F. R; PAES-DE-SOUZA, M.; TALAMINI, E. **REDD+**: analysis of its components through a systematic review of scientific literature from Brazil and Indonesia. *International Forestry Review*, v. 24, n. 1, p. 72-84, 2022.

SILVA, B. E. N. **Projeto de REDD+ e sua eficácia na contenção do desmatamento-estudo de caso projeto carbono Resex Rio Preto-Jacundá/RO**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2020.

SILVA, B. E. N. **Marco legal da redução das emissões por desmatamento e degradação florestal REDD+**. In: Claudia Cleomar Araujo Ximenes Cerqueira; Hellen Virginia da Silva Alves. (Org.). *Diálogos geográficos: saberes, conhecimentos tradicionais, etnocientíficos e territorialidades alternativas*. 1ed.Curitiba: Editora CRV, 2018, v. 1, p. 163-176.

SIMONET, G.; DELACOTE, P; ROBERT, N. On managing co-benefits in REDD+ projects. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, v. 12, n. 2, p. 170-188, 2016.

SYLVERA. **Defining carbon credit quality in the VCMs**. Disponível em: <https://www.sylvera.com/resources/defining-carbon-credit-quality-in-vcms>. Acesso em 28 de outubro de 2023.

TIMKO, J.; Le BILLON, P.; ZERRIFFI, H.; HONEY-ROSÉS, J.; de LA ROCHE, I.; GASTON, C.; SUNDERLAND, T.; KOZAK, R. **A policy nexus approach to forests and the SDGS: tradeoffs and synergies**. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 2018, 34, 7–12

UNFCCC. **What is REDD+?**. Disponível em: <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/redd/what-is-redd>. Acesso em: 17 de outubro de 2023.

UNITED NATIONS. **Framework Convention on Climate Change**. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

VERIFIED CARBON STANDARD. **VCS Project Database**. Disponível em: <http://www.vcsprojectdatabase.org/#/ccb-verified>. Acessado em: 24 de abril de 2023.

WONG, G. Y. *et al.* **Narratives in REDD+ benefit sharing: examining evidence within and beyond the forest sector**. *Climate Policy*, v. 19, n. 8, p. 1038-1051, 2019.

Sobre as autoras

Bárbara Elis Nascimento Silva

Mestre e doutoranda em geografia pelo Programa Mestrado e Doutorado em Geografia - PPGG da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR.

E-mail: *Barbara.elis17@hotmail.com*

Hemili Vitoria do Carmo Pimentel

Bacharel em Geografia e Gestão Ambiental, mestranda em geografia pelo Programa Mestrado e Doutorado em Geografia - PPGG da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR.

E-mail: *vivi-fame@hotmail.com*

Maria Madalena de AguiarCavalcante

Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Paraná. Líder do Grupo de Pesquisa em Geografia e Ordenamento do Território na Amazônia - GOT- Amazônia. Professora do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR.

E-mail: mada.geoplan@gmail.com

BIOMA PANTANAL



RIO PARAGUAI: FEIÇÕES MORFOLÓGICAS E SEDIMENTAÇÃO ENTRE A FOZ DO RIO SEPOTUBA E A CIDADE CÁCERES, MATO GROSSO

Celia Alves de Souza
Sandra Baptista Cunha
Juberto Babilonia Sousa
Gustavo Roberto Santos Leandro
Flavio Rodrigues do Nascimento
Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Introdução

O rio Paraguai no segmento estudado recebe água e sedimentos dos afluentes da margem direita (Cabaçal e Sepotuba) e na margem esquerda dos córregos Piraputanga e Sangradouro. Os rios Sepotuba e Cabaçal são afluentes do rio Paraguai que nascem e percorre vasta área de planalto, com intenso transporte de sedimentos, contribuindo para o processo de sedimentação da planície fluvial. Nos últimos anos o aporte de sedimentos nesses cursos aumentou, devido o desmatamento e as formas de uso da terra (pecuária, agricultura e urbanização) das bacias hidrográficas contribuintes.

Nas bacias hidrográficas, os rios e lagos interagem constantemente com o meio terrestre através da lixiviação dos solos, que transporta materiais orgânicos e inorgânicos para a coluna de água e áreas deposicionais destes sistemas aquáticos. Em várias bacias as margens dos rios principais são ocupadas por planícies inundáveis, nas quais, ocorre a troca sazonal de água, sedimentos, materiais inorgânicos e orgânicos e organismos entre o rio principal e as lagoas de várzeas formados nestas planícies (SIOLE, 1956).

As cargas suspensa e dissolvida são transportadas na mesma velocidade em que a água flui. Os sedimentos em suspensão são carregados enquanto a turbulência e a velocidade de transporte forem suficientes para mantê-los suspensos. Quando a velocidade do fluxo decresce atingindo o limite crítico, as partículas sedimentam. Enquanto isso a carga de leito move-se muito mais lentamente do que a água, porque os grãos deslocam-se de modo intermitente – saltação (CHRISTOFOLETTI, 1981; SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

A quantidade e a concentração de sedimentos transportados possuem relação direta com o débito. Aumentando o débito, ocorre aumento da velocidade do fluxo que cria condições energéticas para que a competência e a capacidade seja desenvolvidas. Contribuindo para aumentar o transporte de carga em suspensão (CHRISTOFOLETTI, 1981).

As planícies aluviais são produzidas por processos físicos de deposição dos rios numa variedade de sub-ambientes sedimentares, cujas variações dominantes produzem uma grande variedade de formas. Nas planícies dos rios estão registradas as mudanças históricas do ambiente ao longo do tempo em que ela se formou (Lewin, 1996).

Feições fluviais são unidades morfológicas que podem ser encontradas no percurso que o rio faz da nascente até a foz, caracterizadas neste caso por sedimentos depositados, formando ilhas e barras, que podem ser estáveis ou instáveis, conjunto comum de características geomorfológicas e hidrodinâmicas, que servem de base para caracterizar sistematicamente o comportamento de rios (BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

Para Meade (1988) o tempo que leva para que ocorra a remobilização de sedimentos armazenados na planície de inundação, é muito superior em relação ao tempo necessário para

remobilizar os sedimentos do leito. Os depósitos da planície de inundação dos rios são removidos principalmente pela erosão das margens, através do processo de migração lateral do canal.

Os processos de sedimentação que ocorrem no rio Paraguai acontecem no canal ou na planície de inundação. Para Kellerhald et al. (1976) e Dietrich (1985), as características da calha estão, em sua maioria, associadas aos processos de erosão e deposição. Os depósitos de sedimentos pertencem a diferentes categorias, como os que se desenvolvem no eixo central, ou seja, os bancos ou barras centrais (*mid channel bar*), as barras laterais (*channel side bar* e *point bars*), barras submersas e ilhas fluviais.

Nas planícies fluviais ocorrem dois tipos de sedimentação: o processo de deposição por acréscimo vertical e o processo de deposição por acréscimo lateral. Para Dury (1970) os depósitos de acréscimo vertical (diques) são formados no período de transbordamentos, incluindo os sedimentos que se depositam no interior da planície, nas bacias de inundação e nos pântanos. Os depósitos de acréscimo lateral (barras) são formados nas margens dos rios pela atividade do fluxo, cujos sedimentos são depositados em barras, constituídos por materiais da carga do leito e da redistribuição dos sedimentos depositados na planície fluvial.

As barras de acreção lateral (*point bars*) representam ambiente de deposição nas margens convexas dos canais ativos, compostas por sedimentos grosseiros (principalmente areais) depositados numa primeira etapa de sedimentação, recobertos por sedimentos mais finos depositados por correntes secundárias numa segunda etapa de evolução (NANSON, 1980; BRIERLEY; FRYIRS, 2005).

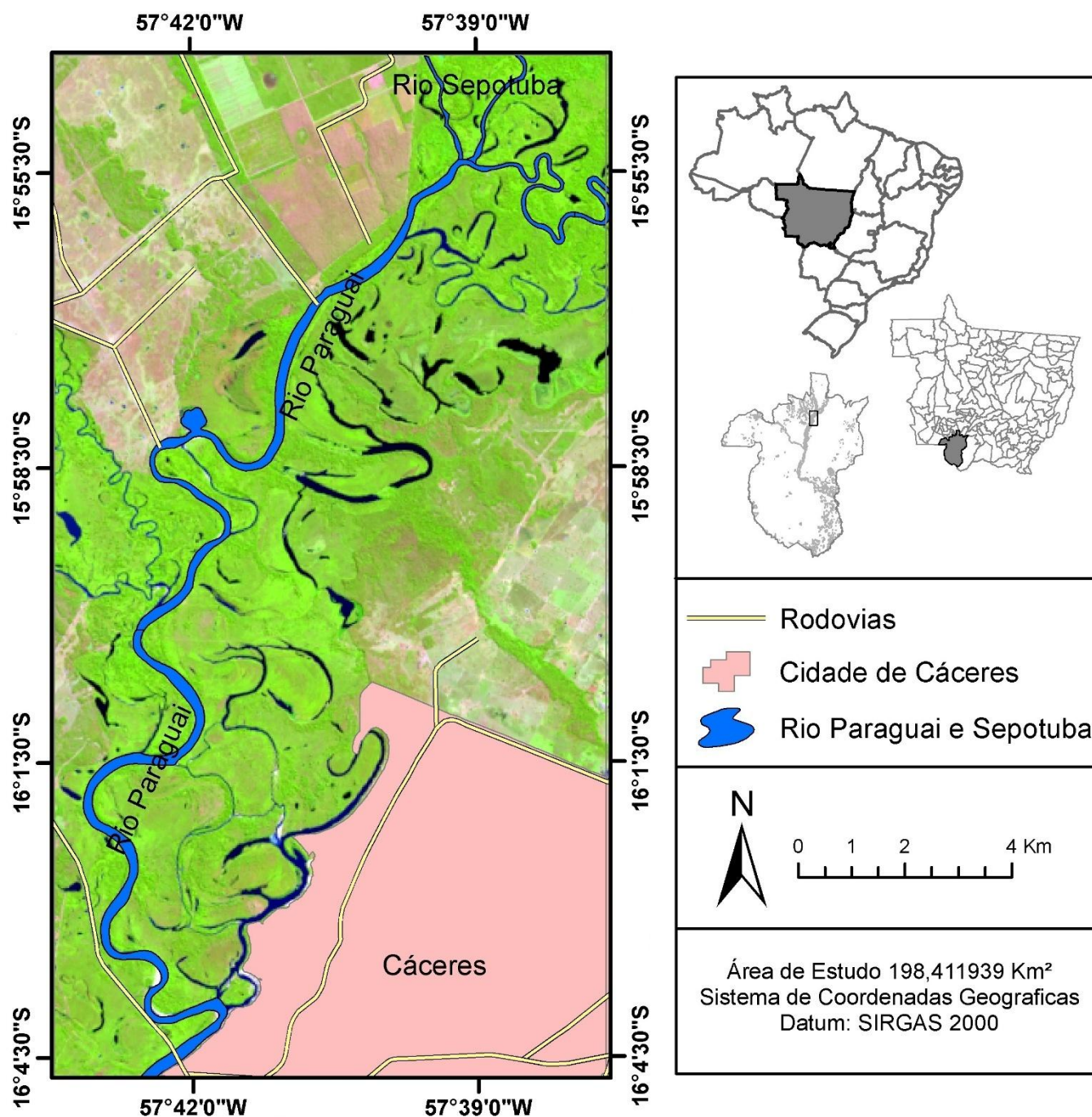
Alguns trabalhos internacionais são relevantes sobre a dinâmica fluvial. Chien (1984); Peter e Andrew (2001), Humphries et al. (2010), Balthazar et al. (2012) Wu e Chen (2012) Mobaraki et al. (2012) Ramonell et al. (2014). Sobre as mudanças morfológicas e o processo de sedimentação no rio Paraguai destacam-se os seguintes trabalhos: Souza (2004); Silva et al. (2008); Assine e Silva (2009); Justiniano e Souza, (2010); Grizio e Souza Filho, 2010; Silva et al., (2012); Leandro e Souza, (2012); Souza et. al. (2015); e Sousa et al (2017)

O estudo objetivou verificar a evolução das feições morfológicas e o processo de sedimentação no corredor fluvial (leito e planície) do rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a cidade Cáceres, entre os anos de 2006 e 2016.

Material e métodos

A área de estudo corresponde ao corredor fluvial (leito e planície fluvial) do rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a cidade Cáceres, estando localizado entre as coordenadas geográficas de 15°45'30" a 16°04'32" de latitude sul e 57°37'30" a 57°43'30" de longitude oeste (figura 1). Os dados de hidrodinâmica e do aporte de sedimentos foram obtidos em 5 seções ao longo do perfil longitudinal do rio Paraguai, referente a maio de 2016.

Figura 1 - Localização da área de estudo com respectivos pontos monitorados



Procedimentos metodológicos

O estudo foi desenvolvido em três etapas: gabinete, campo e laboratório.

a) Etapa de Gabinete

Nessa etapa foi construída a base cartográfica, tabulação dos dados e redação.

I – Elaboração da base cartográfica

Para confeccionar os mapas de mudanças espaço-temporal das feições morfológicas (canais secundários, lagoas e barras de sedimentos), foram usadas imagens de satélite, obtidas

através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), fornecida no catálogo de imagens do Landsat.

Por meio do software ArcGis 9.3 foram mapeadas as feições morfológicas (barras de sedimentos, lagoas e canais secundários) para os anos de 2006 e 2016.

A análise das imagens foi realizada por meio da interpretação visual e, posteriormente, a vetorização das principais feições morfológicas (barras de sedimentos, lagoas e canais secundários) do corredor fluvial.

II – Determinação da descarga sólida suspensa e vazão

Os valores de descarga sólida em suspensão (Q_{ss}) foram determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sedimento suspenso da vertical (C_{ssi}) e a respectiva descarga líquida da vertical (Q_{li}), na forma da expressão abaixo, em que:

Q_{ss} = descarga sólida em suspensão (t/dia-1); C_{ssi} = concentração de sedimento em suspensão da vertical (mg/l-1); Q_{li} = descarga líquida da respectiva vertical (m³/s-1).

Para obter a vazão, utilizou-se a seguinte fórmula:

$Q = V \times A$ (Cunha, 2013). Onde: Q = Vazão; V = Velocidade das águas; A = Área.

III – Determinação da descarga sólida suspensa

Os valores de descarga sólida em suspensão (Q_{ss}) foram determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sedimento suspenso da vertical (C_{ssi}) e a respectiva descarga líquida da vertical (Q_{li}), na forma da expressão abaixo (CARVALHO, 2009):

$$Q_{ss} = \sum (C_{ssi} \cdot Q_{li}) \cdot 0,0864$$

Em que: Q_{ss} = descarga sólida em suspensão (t/dia⁻¹); C_{ssi} = concentração de sedimento em suspensão da vertical (mg/L⁻¹); Q_{li} = descarga líquida da respectiva vertical (m³/s⁻¹).

b) Trabalho de campo

As coletas de sedimentos de fundo e em suspensão foram realizadas no final período de cheias, especificamente no mês de março.

As amostras de sedimentos suspensos foram coletadas em seções transversais com um mostrador pontual denominado garrafa de Van Dorn. As coletas superficiais ocorreram em superfície e em profundidade no canal.

As amostras de sedimentos de fundo foram coletadas nas seções transversais com uso do aparelho do tipo Van Veen (amostrador de mandíbulas) em três pontos - margem esquerda, centro do canal e margem direita.

Para medir a velocidade do fluxo usou o molinete fluviométrico, em várias seções transversais do rio Paraguai, sendo medido no sentido vertical e horizontal da calha. A velocidade do fluxo foi mensurada em três pontos da seção transversal (margem esquerda, centro e margem direita) a profundidade de 20%, 50% e 80% na coluna da água.

c) Atividade de laboratório

I – Método de pipetagem (dispersão total)

Para fracionamento do material de fundo em argila e silte, utilizou-se o método de pipetagem (dispersão total), conforme indicado pela EMBRAPA (1997).

Os procedimentos constaram das seguintes etapas:

- (a) Após secagem a 100°C em estufa, 20g de amostra de cada ponto de coleta foram condicionadas em béqueres contendo 10ml de solução dispersante ($\text{NaOH } 0,1\text{M.L}^{-1}$) e água destilada (100 ml). Em seguida, o conteúdo dos béqueres foi agitado com um bastão de vidro, tampado com um vidro de relógio e deixado em repouso por 24 horas.
- (b) Transcorrido o período de repouso, as amostras foram novamente agitadas mecanicamente durante 15 minutos, no Agitador de Wagner (TE-160).
- (c) Na sequência, o material foi lavado em uma peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (n° 270), apoiada sobre um funil que tinha logo abaixo uma proveta de 1000 ml. O silte e a argila passaram para a proveta de 1000 ml e a areia ficou retida na peneira.
- (d) O material da proveta foi agitado com um bastão de vidro por 30 segundos e deixado em repouso, conforme tabela de temperatura e tempo de sedimentação.
- (e) Transcorrido o tempo de sedimentação, foi introduzida uma pipeta no interior da proveta até a profundidade de 5 cm, sendo, em seguida, aspirada a suspensão (fração argila).
- (f) Ao fim do processo, tanto o material da pipeta (suspensão coletada) quanto o da peneira foram transferidos para béqueres identificados de acordo com o ponto de coleta e levados à estufa modelo TE-394/2 a 120°C.
- (g) Concluída a secagem, foi realizada pesagem e calculados os percentuais de areia, silte e argila para cada amostra. A fração silte equivale à diferença da soma areia/argila das 20g iniciais.
- (h) Foram realizados três ensaios por ponto de coleta para obtenção da composição média do material de fundo.

II - Método de peneiramento

Na determinação do tamanho das partículas de sedimentos de fundo, foi adotado o método de peneiramento. A fração de areia separada pelo método de dispersão total secou em estufa a 100°C. Posteriormente, o material foi submetido a processo mecânico de peneiramento no Agitador Eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi pesado separadamente, determinando as frações areia (grossa, média e fina) (EMBRAPA, 1997).

A areia retida nas peneiras de 4.75 mm e 2.36 mm foi considerada fração grossa; aquela que passou pela peneira de 2.36 mm, mas ficou retida nas peneiras de 1.18 mm e 600 μm foi considerada fração média e, finalmente, a areia retida nas peneiras de 300 μm a 75 μm foi classificada como fração fina. Essa escala foi adaptada da American Society for Testing and Materials – ASTM (SOUZA et al., 2012).

III - Concentração em sedimentos suspensos

Para verificar a concentração de sedimentos suspensos, foi utilizada a técnica de evaporação. Na execução da metodologia, diminui-se a amostra pelo repouso da mistura por 24 horas, retirando o excesso de líquido isento de sedimento. É importante e necessária a determinação da quantidade de sais solúveis, o que é feito pela retirada de três pipetas de 50 ml da parte isenta de sedimentos (água sobrenadante após 24 horas de repouso) para secagem em estufa e obtenção do valor médio. A amostra água-sedimento, agora reduzida, foi colocada em recipiente adequado (béquer) e levada à estufa para secagem por alguns instantes ou horas. Em

seguida, as amostras foram colocadas no dissecador para posterior pesagem (CARVALHO, 2008).

Resultados e discussão

A área de estudo corresponde ao corredor fluvial composto pelo rio Paraguai e a planície de inundação. O rio Paraguai e os canais secundários nesse trecho possuem padrão meandrante. A planície de inundação abrange uma área de 3,470 km², a largura varia entre 1 a 7 km. A planície sofre inundação temporária (janeiro a abril), o nível a água atinge 2.6 metros.

No rio Paraguai são frequentes as mudanças das feições morfológicas e da calha do rio, proporcionado pela própria dinâmica do corredor fluvial, que está relacionada à declividade do terreno, litoestrutura local, a sazonalidade da precipitação, características do solo e atividades humanas (na bacia e no leito). Esses condicionantes contribuem para a evolução e capacidade de ajustamento.

A dinâmica do rio Paraguai nesse trecho é regulado pelas chuvas, com duas estações bem definidas: o período de estiagem, que acontece entre os meses de maio e outubro, provocando a diminuição da vazão; e período chuvoso, entre os meses de novembro a abril, com precipitação mais intensas e frequentes, contribuindo para aumentar o volume de água e sedimentos. Nos períodos de aumento do volume das águas, o rio Paraguai alagam a planície. Segundo Junk (1989), este processo é denominado como pulsos de inundação.

O padrão do rio Paraguai, bem como as características de sua planície de inundação é resultado do regime sazonal de cheia e estiagem. O leito é constantemente modificado principalmente por possuir o tipo de canal na forma meandrante, através da retirada de materiais na parte côncava das curvas com posterior depósito nas margens convexas à jusante.

A planície em sua configuração espacial é composta por algumas feições: tais, como: lagoas, baías, barras laterais e centrais, ilhas, cordões marginais e diques com processo intenso de erosão e sedimentação.

Dinâmica do fluxo e transporte de sedimentos

As informações sobre a velocidade do fluxo-se, área da seção, vazão, concentração de sólidos suspensos e descarga sólida do rio Paraguai foram obtidas em cinco seções transversais ao longo do perfil longitudinal.

Nas seções monitoradas a velocidade do fluxo mantém constante, com pequenas variações, entre 49 a 65 m/s. As áreas das seções transversais apresentaram tendência de aumentar de montante para jusante ficando entre 324 a 442 m². A vazão manteve a tendência natural em direção a jusante variando entre 158,85 a 276, 57 m³.s⁻¹. A quarta seção contraria essa tendência por possui menor vazão que a seção anterior, a diminuição da vazão nessa seção está relacionada ao desvio do fluxo para os canais secundários e baías (tabela 1).

Tabela 01 – Parâmetros de Velocidade do fluxo, área da seção, vazão, concentração de sólidos suspensos e descarga sólida no rio Paraguai em 5 seções no mês de maio 2016

| Seção | Vel. Média (m/s) | Área da Seção (m) ² | Vazão m ³ .s ⁻¹ | C _{ssi} mg.l ⁻¹ | Q _{ss} (t/dia) | Sedimento de fundo | | | | |
|-------|------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------|--------------|----------|--------|
| | | | | | | Areia grossa % | Areia média % | Areia fina % | Silte. % | Arg. % |
| 1 | 0,49 | 324 | 158,85 | 50 | 686 | 11,5 | 85,25 | 2,5 | 0,35 | 0,75 |
| 2 | 0,53 | 336 | 178,17 | 70 | 1.077 | 0,55 | 77,6 | 20,65 | 0,45 | 0,75 |
| 3 | 0,65 | 442 | 287,3 | 55 | 1.365 | 6 | 90 | 3,65 | 0,35 | |
| 4 | 0,56 | 376 | 210,56 | 63 | 1.146 | - | 82,5 | 16,9 | 0,50 | 0,10 |
| 5 | 0,63 | 439 | 276,57 | 70 | 1.673 | 0,65 | 95 | 3,95 | 0,40 | |

A descarga sólida aumentou em direção a jusante, mostrando que o rio Paraguai possui capacidade de transportar sedimentos e outro condicionante que contribui para aumento da carga suspensa é o aporte de sedimentos dos contribuintes (rio Sepotuba, rio Cabaçal e córrego Piraputanga). A concentração de sedimentos suspensos variou entre 50 a 70 mg.l⁻¹ e a descarga sólida ficou entre 686 a 1.673 t/d. (tabela 1).

Os dados granulométricos dos sedimentos de fundo apresentam a predominância de areia média abrangendo entre 77 a 95%. Mostrando assim, que o rio possui capacidade de transportar sedimentos de fundo. Sendo importante mencionar que parte desse material é transportada pelos afluentes (tabela 1). As frações de silte e argila no material de fundo foram inferiores a 1%.

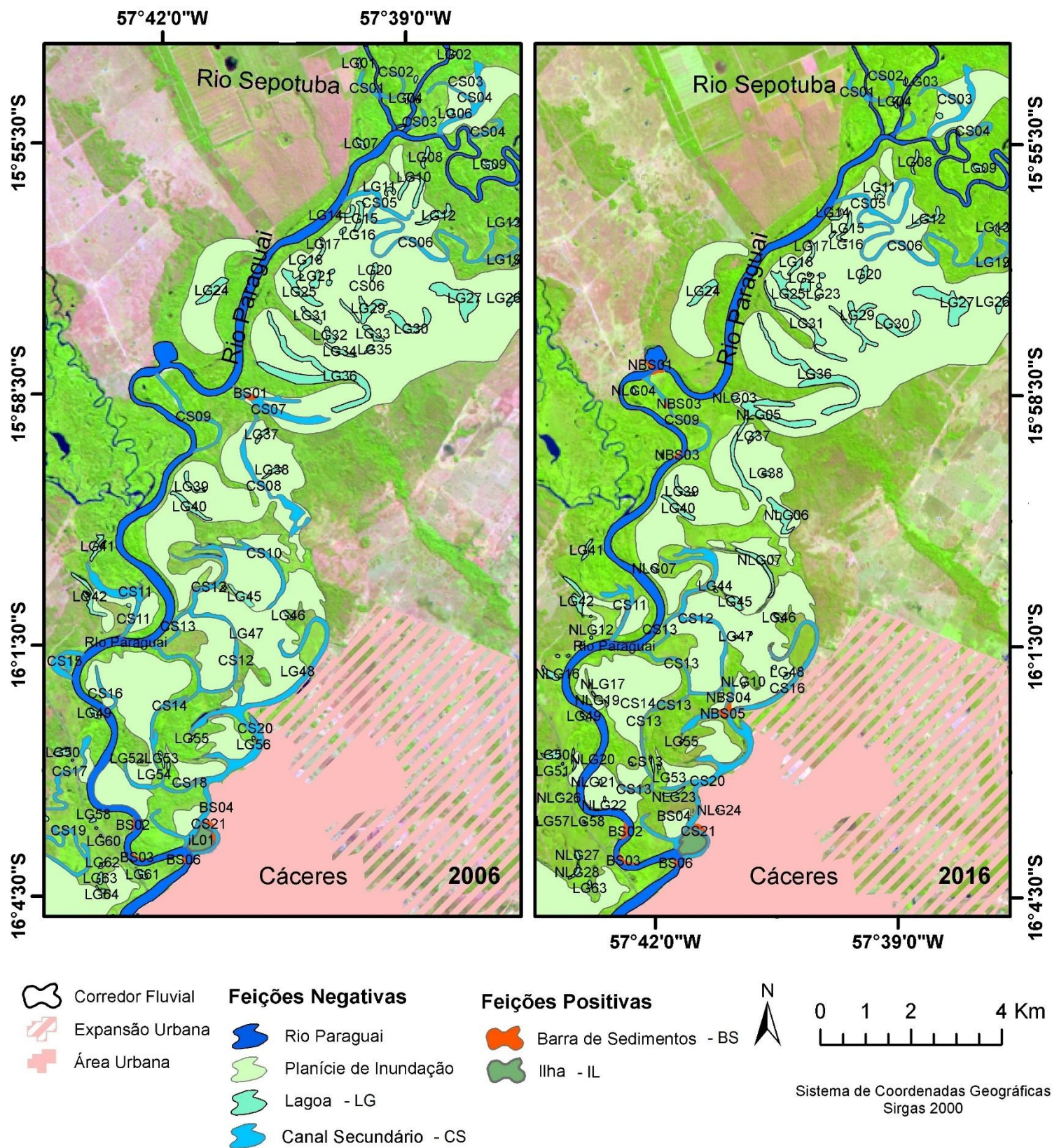
Estudos realizados Andrade (2013) na baía Salobra no rio Paraguai, registrou a predominância de fração de areia média (variação entre 61,2% a 63,6%), mostra a tendência de transportar sedimentos grosseiros.

Mudanças morfológicas no corredor fluvial no rio Paraguai

A análise dos dados permitiu verificar as mudanças espaço-temporais no corredor fluvial: surgimento de lagoas, banco de sedimentos; desaparecimento de canais secundários e lagoas; diminuição do tamanho de dos canais secundários e lagoas e; aumento na dimensão dos bancos de sedimentos (figura 2). Essas mudanças estão associadas aos aspectos hidrodinâmicos que promove a mobilidade e alterações nas feições.

Nesse trecho rio Paraguai mudou seu leito principal de leste para oeste. O intenso processo de sedimentação no antigo canal, propiciou o surgimento de canais secundários, lagoas, meandros abandonados e canais comaltados.

Figura 2 – Mudanças temporais (2006-2016) no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a cidade de Cáceres



Os canais secundários (baías) encontram-se na maioria na margem esquerda do rio Paraguai, sua origem está vinculada a migração lateral do canal principal e aos processos intensos de sedimentação. Essa evolução é típica de rio meandrante em planície de inundação (figura 3).

A mudança do canal, ou seja, o abandono do leito é atividade que ocorre naturalmente, pela própria dinâmica de rios de planície. De acordo com Christofletti (1981), o abandono de canal é comum em planícies aluviais em virtude dos processos migratórios das curvas meândricas que é determinado pela mudança de direção dos eixos dos meandros e das medidas dos raios de curvatura.

Em 2006 registrou-se a presença de 21 canais secundários, houve redução de 7 canais em 2016, os canais secundários recebem água e sedimentos do rio Paraguai, principalmente no período de cheia, o que possibilitam alterar os canais e alguns deixam de existir devido ao processo de sedimentação intensa (Tabela 2).

Tabela 2 - Barras de sedimentos encontradas do rio Paraguai e os canais secundários.

| Feições | Área 2006 m² | Área 2016 m² |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Barra de sedimentos BS01 | 20,72 | - |
| Barra de sedimentos BS02 | 9,17 | 30,26 |
| Barra de sedimentos BS03 | 5,35 | 24,76 |
| Barra de sedimentos BS04 | 11,04 | 19,82 |
| Barra de sedimentos BS05 | 15,86 | ----- |
| Barra de sedimentos BS06 | 6,24 | 7,26 |
| Nova barra de sedimentos | | 11,43 |
| Nova barra de sedimentos | - | 10,55 |
| Nova barra de sedimentos | - | 10,45 |
| Nova barra de sedimentos | - | 18,47 |
| Nova barra de sedimentos | - | 20,62 |

Durante o período de cheia ocorre a transferência de água e sedimentos, no sentido do rio principal para canais secundários, no período de estiagem, a transferência ocorre no sentido inverso, porém um volume menor de carga sedimentos retorna para o rio principal, o material que retorna geralmente são sedimentos de granulometria finas (silte e argila).

Com observações *in loco* nos períodos de cheias nos anos de 2016 e 2017 sobre o nível do rio Paraguai mostrou o aumento do nível da água na planície, visualizado nas marcas deixadas nos troncos de árvores (2.67 m acima da calha) da mata ciliar. O aumento das áreas inundadas pode estar associado a acumulação de sedimentos no leito com diminuição da profundidade.

Figura 03 - Visualização do rio Paraguai e as feições morfológicas



Lagoas

A sinuosidade e a evolução lateral do rio Paraguai contribuiu para a formação das lagoas no trecho estudado. As lagoas encontradas no corredor fluvial do rio Paraguai possuem formas subcirculares e compostas (não apresentam uma forma definida). As diferentes formas de lagoas estão associadas ao aporte de sedimentos fornecido pelo rio Paraguai e ao processo de sedimentação na planície de inundação.

As lagoas subcirculares são os meandros abandonados. As lagoas com formas compostas, suas características irregulares estão relacionadas as sucessivas fases (variação da energia cinética de fluxo) de cheias e estiagem do rio Paraguai que possibilitam a remoção ou acumulação de materiais nas lagoas.

Santos (2005) mencionam que as lagoas encontradas na planície do rio Paraná são paleocanais abandonados que permitem o surgimento de longos alongados, são sistemas lênticos que permitem a deposição da carga suspensa transportada durante as cheias.

Os dados (2006-2016) mostram a diminuição do tamanho da maioria das lagoas, surgimento 28 novas lagoas e o desaparecimento de 19 lagoas. Essas alterações estão vinculadas diretamente a dinâmica do rio Paraguai que, ao transbordar, provoca a remoção e sedimentação nas lagoas, modificando a sua morfologia.

Os aparecimentos de novas lagoas estão relacionados à retomada erosiva na planície de inundação. Durante o período de cheia no rio Paraguai, o nível de água aumenta e transborda para a planície, podendo contribuir para a remoção de material, formando pequenas depressões que acumula água.

O transbordamento do rio Paraguai também contribui para a deposição de materiais na planície de inundação e nas áreas deprimidas. À medida que a água perde energia, os materiais acumulam-se na planície, causando, assim a redução das áreas das lagoas.

Estudos realizados por Souza (2004) no rio Paraguai apresentam várias alterações nas feições morfológicas, tais como: junção de baías, aparecimento de novas lagoas, baías e vazante, desaparecimento de lagoas e baías, rompimento de braços do canal principal e surgimento de ilhas.

Formas deposicionais

No trecho estudado foram observados vários tipos de depósitos fluviais: depósitos de canais (barras centrais e ilhas fluviais de acumulação), depósitos de margens de canais (barras laterais) e depósitos de planícies de inundação (diques e cordões marginais), algumas dessas feições não foram possíveis mapear (Figura 4).

Figura 04 - Segmento do rio Paraguai e trechos dos canais secundários e algumas feições deposicionais



Os depósitos de acréscimo vertical (diques e cordões marginais), são formado da planície de inundação ao longo do curso fluvial, sua origem está vinculado aos sucessivos transbordamentos do rio Paraguai e dos canais secundários. Esses depósitos recentes sujeitos a estabilização ou remoção condicionada ao regime hidrológico.

Os cordões marginais foram observados nas margens convexas dos canais secundários, sua origem está associada às sucessivas cheias dos canais, o nível do fluxo (água e sedimentos) aumenta e transborda para a planície. Os materiais não retornam para o leito, acumulando na planície formando os cordões, com decorrer do tempo pode ocorrer a fixação de vegetação.

Para Nanson e Croke (1992) os cordões marginais convexos ou arco meândrico (*meander scrolls* ou *ridgeswale*) são saliências e depressões nas margens convexas das curvas meândricas formados à medida que o canal fluvial migra lateralmente e direção à margem côncava, devido à acresção lateral.

A presença de diques foi registrada ao longo do curso (rio Paraguai e canais secundários) na margem convexa próximo da calha, representa pequenas elevações, devido o acumulo de material com transbordamento. Vários diques estão em fase de estabilização com presença de vegetação rasteira e arbustos esparsos.

Os diques marginais (*levee*) são cristas ou saliências formadas acima da superfície da planície de inundação e adjacentes ao canal fluvial, geralmente contendo material de maior granulometria depositado durante as fases de transbordamento (NANSON E CROKE, 1992)

Registrou ao longo do canal fluvial as acresções laterais, ou seja, as barras (point-bars). As barras de sedimentos desenvolveram no rio Paraguai e nos canais secundários no lado interno da curva do meandro. As acumulações dos sedimentos nas barras laterais acontecem em vários trechos em 2016, sua dimensão varia de metros 7,26 a 30,26 m² (Figura 5).

No rio Araguaia Morais et al. (2008) verificaram que a unidade morfossedimentar de acreção de barras está mais sujeita aos processos de remobilização sedimentar devido as atividade erosiva e aporte de sedimentos no canal.

Em alguns canais secundários existem várias barras sub-aflorantes, com redução da água no período de estiagem essas barras aparecem, tornando barreiras para fluxo, a água acumulam nos trechos mais profundos do leito formando poças de água.

Figura 5 – Barras de sedimentos o rio Paraguai e no canal secundário



Os canais secundários são abastecidos pelo rio Paraguai. Verificou zonas de acumulação de sedimentos nas entradas e saídas dos canais secundários no período de estiagem, obstruindo calha pelo acumulo de sedimentos, diminuindo o volume do fluxo e profundidade da calha dos canais.

Ao comparar os dados sobre a deposição de sedimentos em 2006 e 2016, observou que nos canais secundários houve aumento na dimensão das barras de sedimentos, duas barras deixaram de existir e cinco novas barras surgiram. Em 2006 existia três barras (BS2, BS3 e BS6) no rio Paraguai e em 2016 registrou duas novas barras (NBS1 e NBS3), as demais barras de sedimentos encontram-se nos canais secundários (tabela).

Sendo importante mencionar que a barra 4 (BS4) trata-se de uma barra (praia) artificial, a areia foi colocada pelo poder público. O local é um espaço de recreação e lazer da população de Cáceres.

O aumento da carga de sedimentos nos últimos anos no trecho estudados, está associado ao uso da terra (pecuária, agricultura e urbanização) na bacia hidrográfica (Figura 6). Nas áreas de planaltos e chapadas são desenvolvidos monoculturas (soja, milho, algodão, etc.), nas áreas de depressão, há algumas décadas a vegetação foi substituída por pastagem. Os solos expostos e compactados contribuem para atuação dos processos erosivos, o material é carregado para os cursos no período chuvoso.

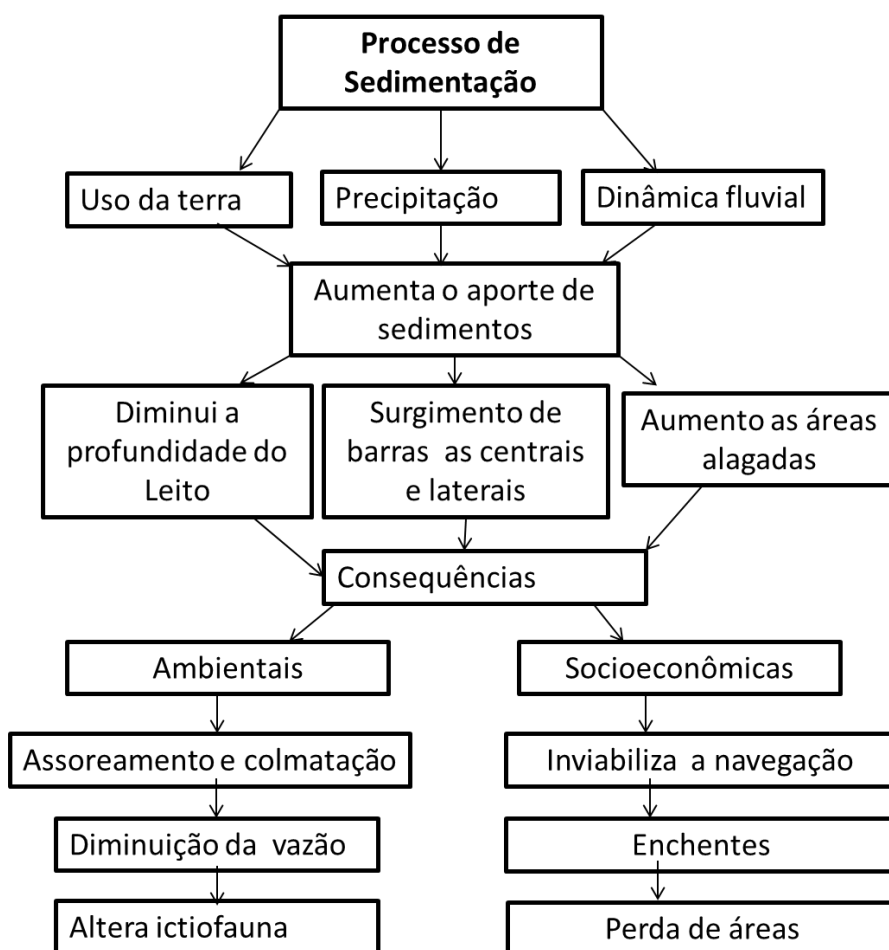
Outro fator que contribui com aumento da carga de sedimento é a erosão fluvial, o material é removido das margens e do fundo do canal, são transportados e depositados a jusante. Estudos realizados por Justiniano e Souza (2010) nesse trecho mostra que erosão fluvial acumulada atingiu 30 cm ao ano.

A acumulação de sedimentos no leito principal e nos canais secundários promove irregularidades da calha, como: obstrução, a variação de profundidade e a comatação do canal, além da diminuição da velocidade do fluxo.

A sedimentação pode promover vários problemas ambientais e socioeconômicos. Os problemas ambientais são: assoreamento e colmatção dos canais, modificando a calha do rio principal e dos canais secundários; as irregularidades no leito devido a sedimentação promove a diminuição da velocidade do fluxo; e a alteração da ictiofauna, algumas espécies de peixes que reproduções e vivem em locais mais profundos do rio, com o acúmulo de materiais diminui a profundidade desses ambientes.

Os problemas socioeconômicos gerados pela sedimentação são os seguintes: o tráfego de embarcações são prejudicadas devido a obstrução do canal; o acúmulo de sedimentos no leito, diminui a profundidade da lamina de água e aumenta da largura, contribuindo para perda de área (setores urbanos), além de propiciar enchentes no período chuvoso.

Figura 6 – Fluxograma do processo de sedimentação: fontes, processo e consequências



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresenta as alterações morfológicas no corredor fluvial do rio Paraguai, como surgimento e desaparecimento de lagoas, aparecimento de barras de sedimentos, diminuição da dimensão de algumas lagoas. Percebe-se, com as observações campo a presença

de diques e cordões marginais ao longo do perfil longitudinal no rio Paraguai e na planície de inundação.

As configurações morfológicas do corredor fluvial estão associadas ao padrão de canal (meandrante), sazonalidade (estiagem e cheias) a baixa declividade do terreno; a carga de sedimentos que são transportadas pelo rio principal e o uso da terra na bacia. Os gradientes são baixos nas áreas de planície, alterando constantemente com formação de feições morfológicas.

As vazões e descarga sólida suspensa foram aumentando em direção jusante. Na carga de fundo predominou os sedimentos grosseiros (areia média). Mostrando assim que o rio Paraguai possui capacidade do transportar sedimentos grosseiros.

O processo intenso de sedimentação diminui a profundidade do leito, provoca a colmatção de lagoas e canais secundários, obstrução do leito dificultando a circulação de embarcações, alteração de ambientes de desova dos peixes.

REFERENCIAS

ANDRADE, I. R. A. e SOUZA-FILHO, E. E. Mapeamento de feições morfológicas da planície de inundação do alto rio Paraná, através do uso de produtos orbitais. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.12, n.2, p.39-44, 2011

ASSINE, M. L.; SILVA, A. Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. *Geomorphology*. v. 113, p. 189-199, 2009.

BALTHAZAR ,Vincent , VANACKER Veerle , GIRMA Atkilt , POESEN Jean , GOLLA Semunesh . **Human impact on sediment fluxes within the Blue Nile and Atbara River basins**. *Geomorphology*,2012.

Bayer M. e Zancopé M. H. C. Ambientes sedimentares da planície aluvial do rio Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.15, n.2, (Abr-Jun) p.203-220, 2014.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management**: applications of the river styles framework. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 398 p.

CARVALHO, T. M. (2009) Avaliação do transporte de carga sedimentar no médio rio Araguaia. **Revista Geosul**, v. 24, n. 47, p.147-160.

CARVALHO, T. M. (2008) Técnicas de medição de vazão por métodos convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.1 n.1 p. 73-84.

CHIEN, N. **Changes in river regime after the construction of upstream reservoirs.** Earth Surface Processes and Landscape. n.10, p.143-159, 1984.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.) **Geomorfologia Atualização de Bases e Conceitos.** 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013, p. 211-252.

DURY, G. H. River and river terraces. Londres: 1970. Mac Millan & Co.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de análises de solos. 2. E d. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

GRIZIO, E. V.; SOUZA FILHO, E. E. As modificações do regime de descarga do rio Paraguai Superior. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 11, n. 2, p. 25-33. 2010.

FRANÇA, A. M. S.; PATRÍCIA, G.; SANO, E. E. Gênese e morfologia dos sistemas lacustres da planície aluvial do Rio Araguaia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO e SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, IX e II, 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: SNC/SIST, 2008. 7 p.

HUMPHRIES, Marc S. , KINDNESS, Andrew , ELLERY ,William N. , HUGHES, Jeffrey C., BENITEZ-NELSON,Claudia R. **137Cs and 210Pb derived sediment accumulation rates and their role in the long-term development of the Mkuze River floodplain, South Africa** . Geomorphology 88–96. Contents lists available at Science Direct Geomorphology, journal homepage: www.elsevier.com/locate/geomorph. (2010).

JUNK, W.; BAYLEY, P.; SPARKS, R. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D.P., (Ed.). Proceedings of the International Large River Symposium. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.

JUSTINIANO, L. A. A.; SOUZA, C. A. Evolução das margens e transporte de sedimentos no rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a foz do rio Cabaçal. In: SANTOS, J. E.; GALBIATI, C.; MOSCHINI, L. E. (Orgs.). **Gestão e Educação Ambiental: Água, Biodiversidade e Cultura**. vol. 3. São Carlos - SP: Rima Editora, 2010. p. 62-89.

LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; CHAVES, I. J. F. Aspectos sedimentares na baía Negra, corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal de Cáceres (MT). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 43, p. 204-216, 2012.

LEWIN, J. (1996) Floodplain construction and erosion. In Petts, G. Calow, P. (eds), *River Flows and Channel Forms*. Blackwell Science, p.220.

LEWIN, J. (1996) Floodplain construction and erosion. In Petts, G. Calow, P. (eds), *River Flows and Channel Forms*. Blackwell Science, p.220.

MOBARAKI, Alipour. F, GHODRATI, A.R, NAZAMI, M.T. **Investigation of Stabilization of River Margins with use of Biological method for prevention of soil Erosion and sediment production**. Intl J Agri Crop Sci. Vol., 4 (11), 691-695, 2012.

MOURA N. A. e PERET A. C. Morfometria de lagoas no sistema rio Paraguai/ baías marginais na bacia do Alto Paraguai, Cáceres – MT. *Revista Mirante*, Anápolis (GO), v. 7, n. 1, jun. 2014.

PETER, W. Downs e Andrew Simon. **Fluvial geomorphological analysis of the recruitment of large woody debris in the Yalobusha River network, Central Mississippi, USA**. *Geomorphology* , 2001.

RAMONELL, C.G ; AMSLER, M. L. ; ORFEO Oscar ; MONTAGNINI, M. D;PEREZ, M. **Ajustes morfológico-sedimentarios del río Bermejo en torno al Puente Lavalle (Chaco Argentino)**, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral (UNL), 2014.

SILVA, E. S. F.; SOUZA, C. A.; LEANDRO, G. R. S.; ANDRADE, L. N. P. S.; GALBIATI, C. Evolução das feições morfológicas do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v. 13, n. 4, p. 435-442, 2012.

SIOLI, H. Das wasser in Amazonasgebiet. Forschung Fortschritt, v. 26, p. 274-280, 1956.

SOUZA, C. A. (2004). **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT**. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SOUZA J. B. de · Pierangeli M. A. P. SOUZA C. A. CRUZ J. S. OLIVEIRA J. D. Descrição morfológica e atributos do solo nas margens do rio Paraguai, Cáceres, Mato Grosso, Brasil . **Ciência Geográfica** – Bauru. Vol. XXI - (1): Janeiro/Dezembro. p. 74-87, 2017

SOUZA, C. A.; PIERANGELI, M. A. P.; SOUSA, J. B. Análise espaço-temporal do corredor fluvial do rio Paraguai no trecho entre Cáceres e a ilha Taiamã/MT. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 4, p. 551-564, 2012.

SOUZA, A. C. LEANDRO G. R. S. SOUSA J. B., FERREIRA E. e PIERANGELI M. A. P. Informações preliminares sobre transporte de sedimentos no rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taiamã, Pantanal Superior, Mato grosso, Brasil. **Revista Portuguesa de Recursos Hídricos**. v. 36 (2). p. 47-55. 2015.

COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRANCO, CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE

Josiel Dorriguette de Oliveira
Celia Alves de Souza
Juberto Babilônia de Sousa
Flavio Rodrigues do Nascimento

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica compreende a área de captação natural da água de precipitação e possui um único ponto de saída para o escoamento. Ela é composta de um conjunto de superfícies vertentes e uma rede de drenagem constituída pelos canais de drenagem que convergem a um único leito em sua foz (TUCCI, 1997).

Segundo Castro e Salomão (2000), os compartilhamentos morfopedológicos são produtos da inter-relação entre substrato geológico, relevo e solo que constituem unidades têmporo-espaciais homogêneas e intrínsecas do meio físico.

Segundo Lacerda e Alvarenga (2000), a natureza das rochas, representada basicamente pela constituição mineralógica/geoquímica e estruturação, sob ação de diferentes condições morfoclimáticas e agentes de erosão, reflete suas propriedades geomorfológicas ou comportamentais em relação à erosão. É sobre as rochas que os demais fatores de formação exercem sua influência no processo de evolução dos solos.

A geomorfologia, para Casseti (2001), é a ciência que estuda as formas de relevo, procurando compreender as relações entre os eventos do passado e os atuais.

O solo é um recurso conceitualmente renovável, mas, diante do imediatismo do uso antrópico deixa ser renovável devido o período que necessita para se regenerar das pressões sofridas. Detém funções ambientais, econômicas, sociais e culturais tais como: a) produção de biomassa, influenciando na agricultura e silvicultura; b) armazenamento, filtragem e transformação de nutrientes, substâncias e água; c) reserva de biodiversidade, como os habitats, espécies e genes; d) ambiente físico e cultural para o homem e as atividades humanas; e) fonte de matérias-primas; f) reservatório de carbono; g) conservação do patrimônio geológico e arqueológico (COM, 2006).

Volchko et al. (2013) utilizam o conceito de função do solo para a avaliação de sustentabilidade de alternativas de remediações, propondo que a avaliação do desempenho do solo é objetivada em escalas espaciais diferentes, usando indicadores de qualidade do solo, tais como a física, a química e as propriedades biológicas que refletem efeitos sobre as suas funções; e indicadores de manutenção influenciando sobre serviços resultantes das funções do solo em todos os níveis da escala espacial.

Os estudos que deram origem à abordagem morfopedológica iniciaram-se com as publicações de Tricart (1977) e Tricart e Kilian (1979). No livro *Ecodinâmica*, Tricart (1977) traz importante estudo relacionando os recursos ecológicos (recursos e regimes hídricos, condições eco climáticas e solo). Nos estudos de Tricart e Kilian (1979), é apresentada uma proposta de compartimento morfopedológica, utilizando como parâmetros a geomorfologia e pedologia.

Em pesquisas posteriores, como as Salomão et al. (1981) e de Salomão (1994), o estudo passou a considerar a integração das informações geológicas, geomorfológicas e pedológicas, indicando os terrenos homogêneos caracterizados em uma abordagem morfopedológica (FARIA et al., 2013).

Para chegar à integração das informações, um roteiro metodológico simplificado para o compartimento morfopedológico e estudo de seu comportamento descrito foi elaborado por Castro e Salomão (2000) que trazem planejadas as atividades a serem executadas para se definirem as áreas homogêneas.

Faria et al. (2013) fazem uma abordagem morfopedológica para o diagnóstico e o controle de processos erosivos aplicados na bacia do rio Sapo, contribuinte do rio Sepotuba, afluente do rio Paraguai. Foi feita a superposição das cartas temáticas dos substratos geológicos, das formas e feições do relevo e das classes pedológicas, efetuado um trabalho em campo para confirmação dos dados. Os resultados das análises dos dados foram usados para a interpretação do funcionamento hídrico de vertentes e vulnerabilidade a processos erosivos para um diagnóstico e controle de processos erosivos.

No município de Sorriso, localizado no Planalto dos Parecis, estudos morfopedológicos foram feitos em busca de reconhecimento das variáveis do meio físico, relevantes à avaliação da ação da água na formação e transformação dos Latossolos em regiões planas. Nesse local foi analisado se a interferência da amplitude dos interflúvios relaciona-se com as variedades dos Latossolos presentes na área de estudo (CABRAL; CABRAL, 2010).

No município de Juruena, MT, estudos morfopedológicos aplicados ao diagnóstico e ao controle de erosões, realizados por Lopes et al. (2001), demonstram que, mesmo em áreas relativamente pouco desmatadas na Amazônia Legal, a preocupação com a perda de solos está presente. A pesquisa realizada em um município onde o uso e a ocupação são destinados principalmente à produção pecuária objetivou elaborar a carta de vulnerabilidade à erosão para servir de instrumento de gestão ambiental para o município.

Ribeiro e Salomão (2001), para aplicar a morfopedologia ao diagnóstico e prevenção de processos erosivos lineares no alto rio da Casca, com o uso integrado dos fatores ambientais do meio físico e técnicas de interpretação, elaboraram um produto cartográfico representado no mapa morfopedológico e de ocorrências erosivas lineares. Os autores constaram que na área de estudo, havia três usinas hidrelétricas, dentre as quais uma já não estava em funcionamento e duas estavam comprometidas devido ao elevado índice de assoreamento.

Para chegar aos compartimentos morfopedológicos, Lohmann e Santos (2005) obedeceram, como critérios os divisores internos da bacia, o limite superior e o fundo do vale do rio principal como limite inferior. Usaram ainda, como metodologia de definição dos compartimentos, os diferentes tipos de solos como critério principal, uma vez que o relevo e a geomorfologia apresentavam características semelhantes. Quando da análise dos processos erosivos, definiram como critérios de ravinas os sulcos originários do escoamento superficial e as voçorocas quando além do primeiro houvera influência do escoamento sub superficial, incluindo o lençol freático. Os processos erosivos foram contabilizados levando-se em consideração a geologia, tipo de solo e o uso e ocupação da área.

Os compartimentos morfopedológicos, elaborados por Sousa (2014), visaram espacializar as paisagens da bacia hidrográfica do Ribeirão Areado, Alto São Francisco (MG) para então determinar os pontos de coleta de solo e água. Nesse estudo, a sobreposição dos mapas temáticos de geologia, geomorfologia e pedologia deixaram evidente a existência de três unidades relativamente homogêneas. As porções mais elevadas foram caracterizadas como

Compartimento I, ficando na cota altimétrica de 923 a 1278 m; o Compartimento II entre 829,01 a 923 m e o Compartimento III entre 541 a 829 m. Em cada compartimento houve a descrição das características litológicas, pedológicas e do relevo, bem como a relação com as características químicas da água superficial e sub superficial.

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi interagir os solos com a geologia e geomorfologia com base na abordagem morfopedológica, tendo em vista subsidiar ações voltadas à gestão ambiental na bacia hidrográfica do rio Branco, contribuinte do Pantanal Matogrossense.

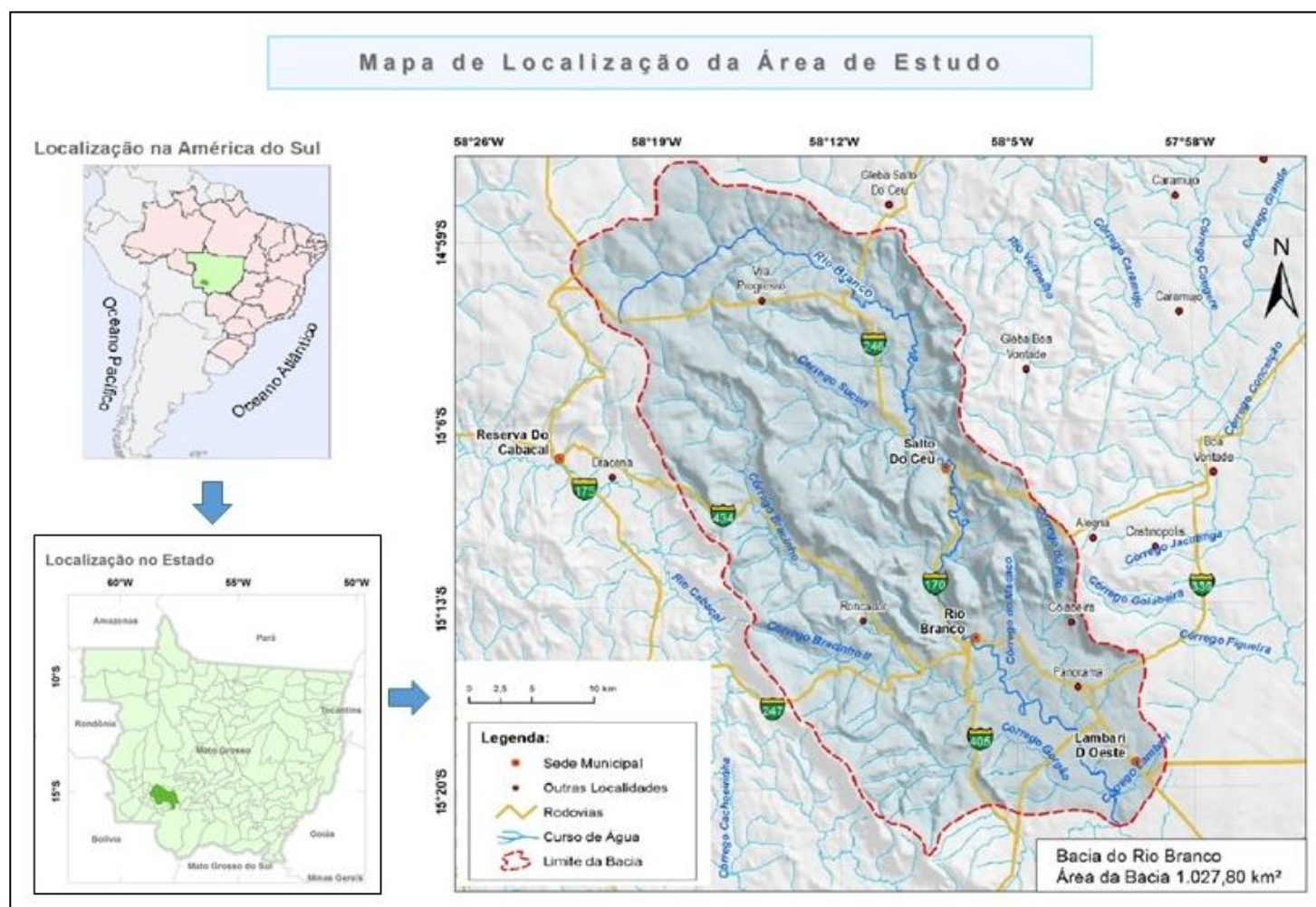
MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Branco (BHRB) localiza-se entre as coordenadas geográficas de 14° 59' 00" a 15° 20' 00" de latitude Sul e 57° 58' 00" a 58° 26' 00" de longitude Oeste, com área de aproximadamente 1.027,80 km² (Figura 1). Tem sua nascente principal na Chapada dos Parecis, mais precisamente na comunidade Rio Branquinho, município de Reserva do Cabaçal. O rio principal passa pelo perímetro urbano das cidades de Salto do Céu e Rio Branco e deságua à esquerda do rio Cabaçal, no município de Lambari D'Oeste - MT. Possui cerca de 100 afluentes, sendo o principal o córrego Bracinho.

Localizada na região conhecida como as cabeceiras do Pantanal a BHRB está em uma região estratégica na busca pela preservação do Pantanal. A principal atividade econômica na BHRB é a bovinocultura. A bacia é a principal fonte de água para o consumo humano e dessedentação animal nos municípios de Rio Branco e Salto do Céu. Na cabeceira de drenagem do rio Branco são encontradas diversas voçorocas que além de ser um grave problema ambiental desencadeia diversos outros, tais como, assoreamento, perda de solo e impacto na qualidade da água. A falta de manejo adequado do solo e a inexistência de mata ciliar ao longo da bacia é outro grave problema ambiental observado.

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo.



Procedimentos metodológicos

Para realização da pesquisa, foram estabelecidos os compartimentos morfopedológicos (MP) na bacia hidrográfica do rio Branco através da integração das características pedológicas, geomorfológicas e litológicas.

Etapa gabinete: produção cartográfica

Realizou-se o levantamento e o estudo de material bibliográfico e cartográfico. A produção cartográfica do presente trabalho consta dos seguintes mapas: localização, pedologia, geologia, geomorfologia e compartimentação morfopedológica.

Os mapas temáticos foram elaborados a partir das informações do Projeto Radambrasil (Brasil, 1982) com auxílio do *software* ArcGis, versão 10.1 com imagens de satélite LANDSAT TM5 e TM8 em escala 1:250.000.

Etapa trabalho de campo: realização de coletas de solo e validação cartográfica dos mapas temáticos

Os aspectos pedológicos foram observados nos perfis de solos, com intuito de realizar descrição morfológica e coleta de amostra para determinação dos atributos químicos e físicos. As trincheiras foram abertas nos solos predominantes conforme a base cartográfica a ser validada e os perfis descritos, conforme Santos et al. (2005), e classificados segundo as normativas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2014).

A seleção dos locais para a abertura das trincheiras foram previamente selecionados em visita de reconhecimento e levaram em consideração as informações contidas na base cartográfica da cobertura pedológica. A descrição bidimensional dos solos foi realizada com o intuito de validação e correção da base cartográfica dos compartimentos morfopedológicos.

Análise de laboratório

Análise granulométrica e química de solos

As análises granulométricas foram efetivadas para determinar os teores de silte, argila e areia. A fim de determinar a classe textural e a relação silte/argila presente em cada um dos horizontes do perfil, como complemento à classificação dos solos. As análises granulométricas foram realizadas conforme orientação do manual de métodos de análises de solo (EMBRAPA, 1997).

Foram feitas análises químicas do solo de rotina de todos os horizontes dos perfis, determinando-se as variáveis: acidez ativa (pH em H₂O e em KCl 1 mol L⁻¹), acidez potencial, matéria orgânica, fósforo disponível, potássio trocável, cálcio trocável, magnésio trocável, alumínio trocável, acidez não trocável. Foram calculados: soma de bases, capacidade de troca de cátions (efetiva e a pH 7,0), saturação por bases e saturação por alumínio. As análises químicas foram realizadas conforme orientação do manual de métodos de análises de solo (EMBRAPA, 1997).

Os critérios que foram utilizados para a interpretação dos resultados de análises de solos foram estabelecidos pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, tendo em vista que o Estado de Mato Grosso não possui parâmetros estabelecidos para tanto. Os valores de referência foram estabelecidos conforme Alvarez et al. (1999).

Compartimentos morfopedológicos

Para fazer a compartimentação morfopedológica, foi usada a metodologia apresentada por Castro e Salomão (2000), usando um roteiro metodológico. Foram realizadas as seguintes ações:

- Estudos temáticos e integrados dos atributos do meio físico, com controle de reconhecimento em campo para validação.
- Seleção dos compartimentos morfopedológicos para realizar o estudo detalhado.
- Elaboração de mapa morfopedologia.

- Levantamento e descrição morfológica bidimensional dos solos, coletas de amostras e análises em laboratório.

Foram elaborados mapas temáticos de geologia, geomorfologia, pedologia e de compartimentação morfopedológica (superposição dos mapas de geomorfologia, geologia e pedologia) em escala de 1: 250.000 com auxílio do *software* ArcGis, versão 10.1. O Mapa morfopedológico obtido em escala de 1: 250.000 foi elaborado com base nas características físicas predominantes, mas não exclusivas existindo assim, em cada compartimento delimitado, outros não distinguidos em função da escala do trabalho adotada. Diante das informações disponíveis nos mapas, foi possível definir o trabalho em campo e os pontos de coleta.

A visita a campo foi realizada para confirmação dos dados presentes no mapeamento bem como realização de coleta de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Geologia

A geologia da área de estudo é composta por: Grupo Aguapeí (Formações Morro Cristalino, Vale da Promissão e Formação Fortuna), Grupo Rio Branco, Grupo Parecis (Formação Utiriti), Formação Pantanal e Aluviões Atuais.

Segundo as informações do mapa temático de unidades geológicas, os aluviões atuais ocupam 0,30% da área da bacia; a Formação Pantanal abarca 2,71%; a Formação Fortuna abrange 17,46%; a Formação Morro Cristalino atinge 11,42%; a Formação Utiriti compõe 12,72%; a Formação Vale da Promissão totaliza 36,60% e o Grupo Rio Branco perfaz 18,79% (Tabela 1).

Tabela 1. Área de abrangência das unidades geológicas da BHRB.

| Unidades Geológicas | Área (km ²) | Área (%) |
|----------------------------|-------------------------|------------|
| Aluviões Atuais | 3,08 | 0,30 |
| Formação Pantanal | 27,83 | 2,71 |
| Formação Fortuna | 179,43 | 17,46 |
| Formação Morro Cristalino | 117,44 | 11,42 |
| Formação Utiriti | 130,76 | 12,72 |
| Formação Vale da Promissão | 376,17 | 36,60 |
| Grupo Rio Branco | 193,09 | 18,79 |
| Total | 1.027,80 | 100 |

Geomorfologia

Na bacia do rio Branco, as unidades geomorfológicas são definidas como Planalto dos Parecis (Chapada dos Parecis e Serras do Roncador-Salto do Céu), Depressão do Alto Paraguai e planícies fluviais. Nas áreas do planalto, emerge uma rica rede fluvial que, embora seja composta por pequenos corpos d'água, possibilita a distribuição hídrica na bacia.

Essas unidades geomorfológicas estão distribuídas na bacia hidrográfica. Proporcionalmente, a unidade Serras do Roncador–Salto do Céu ocupa a maior área da bacia com 61,16%; a Depressão do Alto Paraguai abarca 30,73% da área da bacia; o Planalto dos

Parecis atinge 7,81% e as Planícies Fluviais totalizam 0,30%. Predomina na bacia hidrográfica relevo movimento, ou seja, o planalto (Tabela 2).

Tabela 2. Área de abrangência das unidades geomorfológicas da BHRB.

| Unidades Geomorfológicas | Área (km ²) | Área (%) |
|---------------------------------|-------------------------|------------|
| Serras do Roncador–Salto do Céu | 628,58 | 61,16 |
| Depressão do Alto Paraguai | 315,87 | 30,73 |
| Planalto dos Parecis | 80,27 | 7,81 |
| Planícies Fluviais | 3,08 | 0,30 |
| Total | 1.027,80 | 100 |

Cobertura pedológica

Seguindo os parâmetros estabelecidos pela Embrapa (2014) no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, a cobertura pedológica foi classificada até o 4º nível categórico.

Seguindo as informações do mapa temático de unidades pedológicas o Neossolo Quartzarênico Órtico típico ocupa 12,04% da área da bacia; o Nitossolo Vermelho Distrófico típico abrange 19,13%; o Latossolo Vermelho Distrófico argissólico atinge 31,80%; o Neossolo Litólico Distrófico fragmentário compõe 18,41%; o Neossolo Quartzarênico Órtico léptico totaliza 3,25%; o Gleissolo Háptico Alumínico típico perfaz 0,30%; o Cambissolo Háptico Tb Distrófico léptico abarca 11,84% e o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico ocupa 3,25% (Tabela 3).

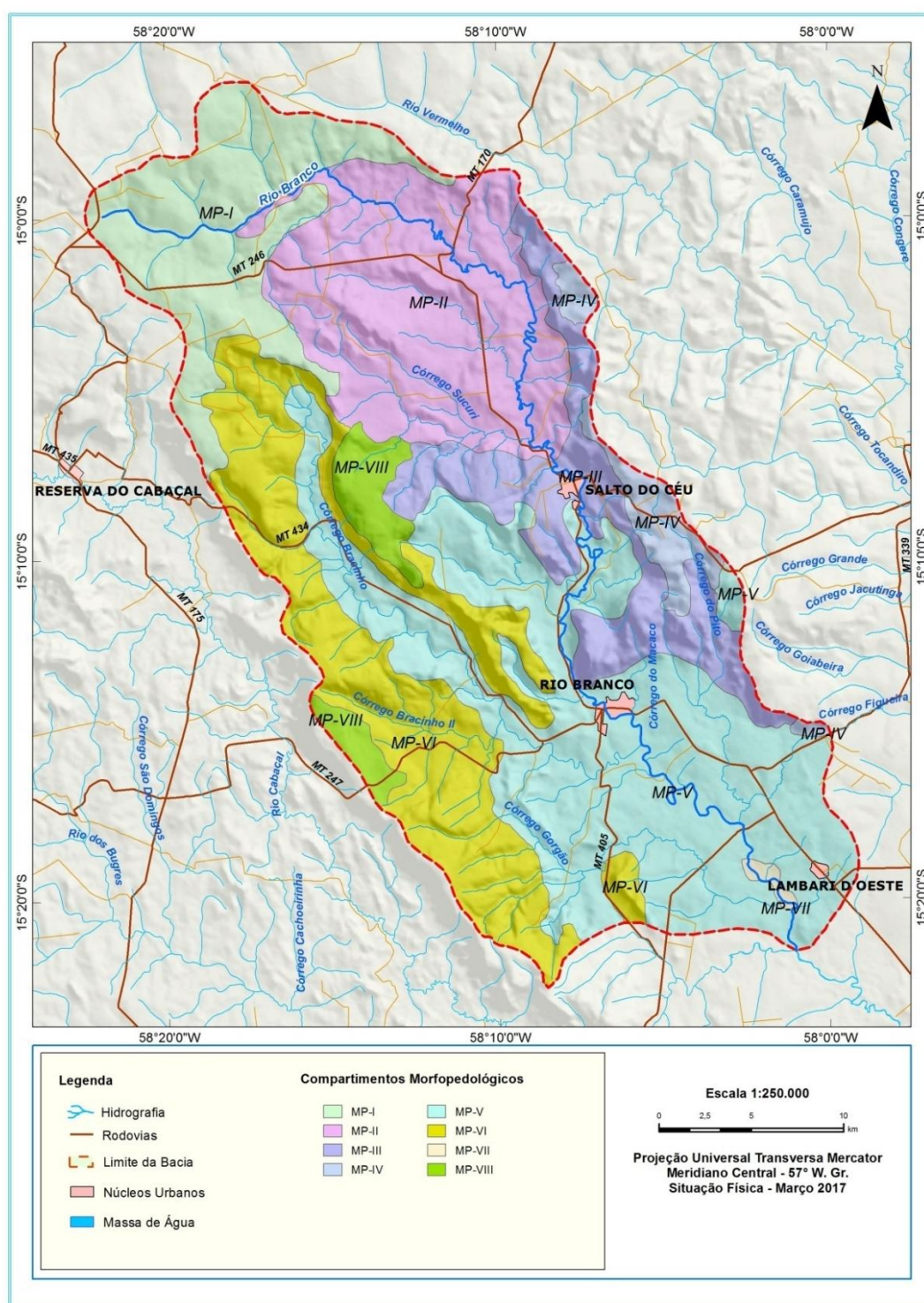
Tabela 3. Área de abrangência das unidades pedológicas da BHRB.

| Unidades Pedológicas | Área (km ²) | Área (%) |
|--|-------------------------|------------|
| Neossolo Quartzarênico Órtico típico | 123,78 | 12,04 |
| Gleissolo Háptico Alumínico típico | 3,08 | 0,30 |
| Cambissolo Tb Distrófico léptico | 121,66 | 11,84 |
| Neossolo Quartzarênico Órtico léptico | 33,44 | 3,25 |
| Latossolo Vermelho Distrófico argissólico | 326,82 | 31,80 |
| Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico típico | 33,16 | 3,23 |
| Neossolo Litólico Distrófico típico | 189,22 | 18,41 |
| Nitossolo Vermelho Distroférrico típico | 196,64 | 19,13 |
| Total | 1.027,80 | 100 |

Compartimentos morfopedológicos

Na bacia hidrográfica do rio Branco foram obtidos oito compartimentos morfopedológicos levando em consideração a interação das informações dos compartimentos pedológicos, geológicos e geomorfológicos (Figura 2).

Figura 2. Compartimentos morfopedológicos da bacia hidrográfica do rio Branco.



Elaboração dos autores.

Compartimento Morfopedológico I

O compartimento morfopedológico I (MP-I) (Figura 3) ocupa 13,33% da área da bacia, o relevo possui formas convexas, com dois patamares da Chapada dos Parecis, sendo o Planalto dos Parecis e o Planalto Dissecado dos Parecis (Serras Roncador-Salto do Céu); a altitude do terreno varia entre 500 a 705m.

A Chapada dos Parecis constitui o patamar superior do Planalto dos Parecis e apresenta principalmente áreas pediplanas, amplas superfícies tabulares erosivas e interflúvios tabulares; nessa subunidade, encontra-se a nascente do rio Branco. O Planalto Dissecado dos Parecis nomeado na área de estudo como Serras do Roncador - Salto do Céu representam o patamar inferior e possuem predominância de formas dissecadas e tabulares, constituindo as porções mais desgastadas do Planalto dos Parecis. Nessa subunidade, encontra-se a nascente do córrego Bracinho, principal afluente do rio Branco.

A formação geológica predominante é a Formação Utiriti (arenitos compostos essencialmente de quartzo e feldspato) que se caracteriza por ser uma unidade litoestratigráfica, relativamente nova, compreendida no período Cretáceo, com predominância de Neossolo Quartzarênico Órtico típico.

Figura 3- Paisagem típica do MP- I, na BHRB, onde se observa a presença de Neossolo Quartzarênico Órtico típico.



A cobertura pedológica composta por Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Figura 4). Sendo solo jovem, é pouco evoluído, com fragilidade ao intemperismo e com textura arenosa, o que requer uso com adoção de práticas conservacionista. O Neossolo Quartzarênico corresponde a 12,04% dos solos da bacia e é encontrado na cabeceira de drenagem do rio

Branco e de seu principal afluente, o córrego Bracinho. O uso do solo é exclusivamente para atividade pecuária bovina.

Figura 4- Perfil de descrição morfológica do Neossolo Quartzarênico Órtico típico na BHRB.



Segundo a Embrapa (2014), os Neossolos são solos pouco evoluídos, que não possuem horizonte B diagnóstico definido. Têm como critério a insuficiência de elementos que possibilitem analisar os diversos processos de formação, tais como, horizonte A seguido de C ou R e predominância das características herdadas do material de origem. Neossolos Quartzarênicos têm como peculiaridade não possuírem contato lítico nos primeiros 50 cm de profundidade. O horizonte A tem como sequência o horizonte C e possuem textura areia ou areia franca em todos os horizontes pelo menos até os primeiros 150 cm.

O perfil descrito como Neossolo Quartzarênico Órtico típico está a uma altitude de 554 metros, originado a partir da alteração das rochas de arenito ortoquartzitos que formam a litologia local.

O pH em água do horizonte Ap ficou em 5,2, considerado como acidez média, segundo Alvarez et al. (1999). O teor de matéria orgânica (MO) foram 19 g kg^{-1} e o de cálcio trocável ($0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), sendo um resultado definido como baixo. Os teores de fósforo ($0,2 \text{ mg dm}^{-3}$), magnésio trocável ($0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e potássio disponíveis ($0,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) estão muito abaixo do recomendado para plantas cultivadas. Foi registrada acidez trocável (Al^{3+}) média com teor de $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A soma de bases foi $0,63 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, considerado um índice baixo. A saturação por bases de 14% é muito baixa, demonstrando baixa fertilidade do solo, contrapondo com uma saturação por ácidos (H^+) de 86% (Tabela 4).

Tabela 4. Características químicas dos solos estudados na bacia hidrográfica do rio Branco, Mato Grosso.

| Hor. | Prof. | pH | | Δ pH | MO | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H ⁺ | T | SB | m | V |
|--|----------|------------------|-----|-------------|----------------------|------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|-------|------|-----|------|
| | | H ₂ O | KCl | | | | | | | | | | | | |
| | (cm) | | | | g dm ³ | mg dm ⁻³ | | | | |cmolcdm ⁻³ | | | | % |
| Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico – (Perfil 08) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-21 | 5,7 | 4,6 | -1,1 | 13 | 1,1 | 0,07 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 4,2 | 4,77 | 0,47 | 18 | 10 |
| AB | 21-50 | 5,6 | 4,5 | -1,1 | 3 | 0,5 | 0,04 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 1 | 1,84 | 0,74 | 12 | 40 |
| Bt1 | 50-129 | 5,8 | 4,8 | -1 | 1 | 0,4 | 0,02 | 0,5 | 0,4 | 0 | 2,3 | 3,22 | 0,92 | 0 | 29 |
| Bt2 | 129-160 | 5,6 | 5,2 | -0,4 | 0 | 0,5 | 0,02 | 0,9 | 0,1 | 0 | 1,6 | 2,62 | 1,02 | 0 | 39 |
| Bt3 | 160-198+ | 5,8 | 5,7 | -0,1 | 0 | 0,1 | 0,03 | 0,4 | 0,3 | 0 | 1,4 | 2,13 | 0,73 | 0 | 34 |
| Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-10 | 4,9 | 3,6 | -1,3 | 28 | 1,7 | 0,06 | 0,1 | 0,1 | 1,5 | 7,4 | 9,16 | 0,26 | 85 | 3 |
| Bic 1 | 10-20 | 4,9 | 3,7 | -1,2 | 22 | 0,5 | 0,03 | 0,1 | 0,2 | 1,5 | 6,3 | 8,13 | 0,33 | 82 | 4 |
| Bic 2 | 20-50 | 4,9 | 3,8 | -1,1 | 5 | 0,7 | 0,02 | 0,3 | 0,3 | 1,4 | 4,1 | 6,12 | 0,62 | 69 | 10 |
| Gleissolo Háplico Alumínico típico (Perfil 06) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-5 | 4,7 | 3,4 | -1,3 | 63 | 8,6 | 0,02 | 0,1 | 0,1 | 1,6 | 14,4 | 16,22 | 0,22 | 88 | 1 |
| ACg | 05-17 | 5 | 3,3 | -1,7 | 17 | 10,7 | 0,04 | 0,1 | 0,1 | 1,5 | 7,7 | 9,44 | 0,24 | 86 | 3 |
| Cg1 | 17-30 | 5,2 | 3,4 | -1,8 | 15 | 8,6 | 0,05 | 0,2 | 0,1 | 2 | 6,5 | 8,85 | 0,35 | 85 | 4 |
| Cg2 | 30-70+ | 5,2 | 3,2 | -2 | 1 | 0,8 | 0,03 | 0,1 | 0,1 | 4 | 5,6 | 9,83 | 0,23 | 95 | 2 |
| Latossolo Vermelho Distrófico argissólico (Perfil 03) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-21 | 6,1 | 4,8 | -1,3 | 34 | 0,7 | 0,44 | 1 | 0,5 | 0 | 3,2 | 5,14 | 1,94 | 0 | 38 |
| BAC | 21-50 | 5,2 | 4,2 | -1 | 7 | 0,5 | 0,11 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 5,4 | 6,91 | 1,01 | 33 | 15 |
| Bw | 50-129 | 5,2 | 3,9 | -1,3 | 0 | 0,5 | 0,05 | 0,6 | 0,3 | 1,6 | 1,3 | 3,85 | 0,95 | 63 | 25 |
| BC | 129-160 | 5,3 | 3,8 | -1,5 | 0 | 4,5 | 0,03 | 0,3 | 0,3 | 1,9 | 1,3 | 3,83 | 0,63 | 75 | 16 |
| Cr | 160-198+ | 5,1 | 3,7 | -1,4 | 0 | 0,7 | 0,05 | 0,2 | 0,4 | 3 | 4,8 | 8,45 | 0,65 | 82 | 8 |
| Neossolo Litólico Distrófico fragmentário (Perfil 04) | | | | | | | | | | | | | | | |
| O | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-8 | 4,8 | 3,4 | -1,4 | 75 | 1,1 | 0,05 | 0,5 | 0,4 | 1,5 | 10 | 12,45 | 0,95 | 61 | 8 |
| Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Perfil 01) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-12 | 5,2 | 3,9 | -1,3 | 19 | 0,2 | 0,03 | 0,5 | 0,1 | 0,8 | 3,1 | 4,53 | 0,63 | 56 | 14 |
| C1 | 55-88 | 5,4 | 4,2 | -1,2 | 15 | 0,5 | 0,01 | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 3,3 | 4,51 | 0,61 | 50 | 14 |
| Neossolo Quartzarênico Órtico léptico (Perfil 05) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-10 | 5,3 | 3,8 | -1,5 | 29 | 4,3 | 0,03 | 0,1 | 0,3 | 0,8 | 4,2 | 5,43 | 0,43 | 65 | 8 |
| AC | 10-30 | 5,2 | 4 | -1,2 | 27 | 5,7 | 0,08 | 0,3 | 0,3 | 0,9 | 4,4 | 5,98 | 0,68 | 57 | 11 |
| C | 30-69 | 5,3 | 4 | -1,3 | 10 | 0,7 | 0,08 | 0,1 | 0,1 | 0,8 | 4,2 | 5,28 | 0,28 | 74 | 5 |
| Cc | 69-78+ | 5,4 | 3,9 | -1,5 | 5 | 0,2 | 0,02 | 0,1 | 0,2 | 0,7 | 1,8 | 2,82 | 0,32 | 69 | 11 |
| Nitossolo Vermelho Distroférrico típico (Perfil 02) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-19 | 5,3 | 4,6 | -0,7 | 94 | 6,7 | 0,07 | 0,8 | 0,1 | 0,1 | 4,4 | 5,5 | 1 | 0,1 | 17,8 |
| Bt1 | 19-42 | 5,6 | 4,9 | -0,7 | 44 | 2,9 | 0,05 | 1,1 | 0,1 | 0 | 2,9 | 4,1 | 1,2 | 0 | 30,1 |
| Bt2 | 42-75 | 5,8 | 5,2 | -0,6 | 21 | 2,8 | 0,05 | 1 | 0,1 | 0 | 2,6 | 3,8 | 1,2 | 0 | 30,7 |
| Bt3 | 75-110+ | 5,8 | 5,2 | -0,6 | 21 | 2,7 | 0,05 | 0,8 | 0,1 | 0 | 2,1 | 3,1 | 1 | 0 | 31,2 |

A baixa fertilidade do solo dessa área pode ser em decorrência dos altos teores de areia (925 g kg^{-1}), constituída basicamente de quartzo e que facilita a lixiviação (Tabela 5).

Tabela 5. Características granulométricas dos solos estudados na bacia hidrográfica do rio Branco, Mato Grosso.

| Horizonte | Profundidade (cm) | Areia | Silte | Argila | Silte/argila | Textura |
|--|----------------------|-------|-------|--------|--------------|---|
| Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico – (Perfil 08) | | | | | | |
| Ap | 0-21 | 820 | 60 | 120 | 0,5 | Areia- franca |
| AB | 21-50 | 780 | 60 | 160 | 0,375 | Franco- arenosa |
| Bt1 | 50-129 | 560 | 80 | 360 | 0,222 | Franco- argiloarenosa |
| Bt2 | 129-160 | 400 | 100 | 500 | 0,2 | Argila |
| Bt3 | 160-198+ | 380 | 80 | 540 | 0,148 | Argila |
| Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico (Perfil 7) | | | | | | |
| Ap | 0-10 | 720 | 80 | 200 | 0,4 | Franco-arenosa/Franco- argiloarenosa |
| Bic 1 | 10-20 | 660 | 120 | 220 | 0,545 | Franco-argiloarenosa |
| Bic 2 | 20-50 | 620 | 140 | 240 | 0,583 | Franco-argiloarenosa |
| Gleissolo Háplico Aluminico típico (Perfil 06) | | | | | | |
| Ap | 0-5 | 380 | 340 | 280 | 1,214 | Franco-argilosa |
| ACg | 05-17 | 340 | 320 | 340 | 0,941 | Média-siltosa |
| Cg1 | 17-30 | 380 | 300 | 320 | 0,937 | Franco-argilosa |
| Cg2 | 30-70+ | 180 | 340 | 480 | 0,708 | Argila |
| Latossolo Vermelho Distrófico argissólico (Perfil 03) | | | | | | |
| Ap | 0-21 | 540 | 200 | 260 | 0,769 | Franco-argilo-arenosa |
| BAC | 21-50 | 300 | 180 | 520 | 0,346 | Argila |
| Bw | 50-129 | 320 | 180 | 500 | 0,36 | Argila |
| BC | 129-160 | 400 | 200 | 400 | 0,5 | Franco-argilosa/Argila |
| Cr | 160-198+ | 280 | 280 | 440 | 0,636 | Argila |
| Neossolo Litólico Distrófico fragmentário (Perfil 04) | | | | | | |
| O | | | | | | |
| Ap | 0-8 | 860 | 40 | 100 | 0,4 | Areia-franca |
| Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Perfil 01) | | | | | | |
| Ap | 0-12 | 925 | 4 | 71 | 0,056 | Areia |
| C1 | 55-88 | 915 | 6 | 79 | 0,076 | Areia |
| Neossolo Quartzarênico Órtico léptico (Perfil 05) | | | | | | |
| Ap | 0-10 | 880 | 20 | 100 | 0,2 | Areia |
| AC | 10-30 | 880 | 40 | 80 | 0,5 | Areia |
| C | 30-69 | 860 | 60 | 80 | 0,75 | Areia-franca |
| Cc | 69-78+ | 840 | 60 | 100 | 0,6 | Areia-franca |
| Nitossolo Vermelho Distroférrico típico (Perfil 02) | | | | | | |
| Ap | 0-19 | 407 | 193 | 400 | 0,482 | Argila |
| Bt1 | 19-42 | | | | | |
| Bt2 | 42-75 | 262 | 283 | 455 | 0,622 | Argila |
| Bt3 | 75-110+ | | | | | |

O relevo no local do perfil é suave ondulado e o regional suave ondulado a forte ondulado. A erosão é extremamente forte e o terreno excessivamente drenado.

O horizonte Ap apresentou cor cinzenta (2,5Y 6/1, seco) e cinzento muito escura (2,5Y 3/1, úmida). As estruturas apresentadas foram fracas com grãos simples com poucos blocos subangulares muitos pequenos. A consistência foi solta tanto seco quanto úmido e, quando molhado, foi não plástica e não pegajosa. A transição entre os horizontes foi plana e difusa.

As características apresentadas, sobretudo, a textura arenosa e baixa fertilidade, falta de técnicas adequadas no manejo do solo no MP-I ocasionou o surgimento de dezenas de faces erosivas, onde várias evoluíram para voçorocas. As voçorocas identificadas no MP-I estão todas em áreas antropizadas, não sendo verificado a ocorrência em áreas de vegetação nativa.

A maior voçoroca do MP-I situa-se na sub-bacia bacia do córrego Quatorze e possui cerca de 450 metros de comprimento, chega a ter 119 metros de largura e 20 metros de profundidade e ocupa uma área de 0,048 Km² (OLIVEIRA; SOUZA; SOUZA, 2016).

Araújo et al. (2005) afirmam que a forma mais extrema de erosão é a deformação do terreno. A água pode causar a formação de ravinas (isto é, pequenos sulcos que ainda podem ser remediados) e voçorocas (canais mais profundos que podem ser cortados por fluxos de água maiores e difíceis ou impossíveis de serem remediados) e também causar destruição das margens de rios e movimentos de massa (deslizamento de terra). Essa forma de degradação dos solos (erosão) é considerada um extenso, sério e crescente problema no Brasil. Perdem-se, a cada ano, cerca de 500 milhões de toneladas de solo agrícola devido à erosão. Com a falta de cobertura vegetal, o solo fica desprotegido e sujeito aos principais agentes erosivos, a água e o vento, que, aliados à declividade e textura do solo, causa essa degradação.

As voçorocas no MP-I compreendem um grave problema para a bacia hidrográfica do rio Branco, localizadas na cabeceira de drenagem transportam grandes quantidades de sedimentos para a rede de drenagem e alteram os ambientes aquáticos. Os proprietários acumulam prejuízos com a perda do solo e não encontram alternativas para mitigar o problema. O sistema já perdeu sua resiliência sendo ultrapassada a capacidade de renovação. Há a necessidade de financiamento pelo poder público para que o MP - I devido a sua fragilidade ambiental seja destinado para área de preservação permanente e o uso do solo seja ceifado.

Compartimento Morfopedológico II

O Compartimento Morfopedológico II (MP – II) encontra-se na Serra do Roncador – Salto do Céu, ocupando 19,13% da área da bacia e o relevo caracteriza-se por formas convexas e superfície estrutural tabular que varia de 680 a 340 m de altitudes; com ocorrência litológica da Formação Morro Cristalino e Formação Vale da Promissão.

A geologia é composta principalmente por dois patamares do Grupo Aguapeí, sendo a Formação Morro Cristalino constituída de metarenitos feldspáticos e ortoquartzíticos, metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos e ardósias que se encontram no topo. A superfície estrutural tabular e a Formação Vale da Promissão são constituídas de metassiltitos, filitos, ardósias e metarenitos subordinados onde são encontradas as formas convexas; porém, há uma estreita faixa abrangendo o Grupo Rio Branco, constituída de diabásios e gabros com relevo composto por formas convexas.

A cobertura pedológica caracterizada como Nitossolo Vermelho Distroférico típico (Figura 5) apresentou 400 g kg⁻¹ de argila no horizonte Ap com matiz de 2,5YR nos primeiros 19 cm e 10R de 19 a 110⁺ cm. A saturação por bases encontradas foram baixas, não passando dos 31,2% (Tabela 5) nos primeiros 100 cm.

O Nitossolo Vermelho Distroférico típico é encontrado ao norte da cidade de Salto do Céu, cortada pela MT-170, em destino a Vila Progresso. O principal afluente do rio Branco, nesse compartimento pedológico, é o córrego Sucuri. No MP II, os solos possuem uso basicamente para a pecuária.

Figura 5- Perfil de descrição morfológica do Nitossolo Vermelho Distroférico típico na BHRB.



Segundo a Embrapa (2014) os Nitossolos pertencem aos grupamentos de solos que possuem horizonte B nítico abaixo do horizonte A. Possuem avançada evolução pedogenética decorrida da atuação da ferralitização com intensa hidrólise. O horizonte B nítico possui pequeno gradiente textural; entretanto, apresenta estrutura em blocos subangulares ou angulares ou prismática, com grau moderado ou forte, a cerosidade é visível. Os Nitossolos Vermelhos são solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

O Nitossolo Vermelho Distroférico típico descrito está a uma altitude de 534 metros, originado a partir da alteração das rochas de diabásio e gabro.

Na análise química do horizonte Ap, pode ser observado que o pH em água ficou em 5,3, sendo assim, possui acidez média. O teor de matéria orgânica é muito bom, registrando 94,3 g kg⁻¹. O fósforo (P) ficou 6,7 mg dm³ e o potássio disponível (K⁺) em 0,07 cmol_cdm³

apresentam teores baixos. O teor de cálcio trocável (Ca^{2+}) foi de $0,8 \text{ cmol}_e\text{dm}^3$, sendo definido como baixo e o magnésio trocável (Mg^{2+}) foi de $0,10 \text{ cmol}_e\text{dm}^3$ caracterizando-se como muito baixo. A acidez trocável (Al^{3+}) foi muito baixa ficando em $0,1 \text{ cmol}_e\text{dm}^3$. A soma de bases ficou em $1,0 \text{ cmol}_e\text{dm}^3$ considerada baixa. A saturação por bases foi de 17,8% sendo muito baixa.

O relevo no local do perfil é suave ondulado e o regional suave ondulado a ondulado. A erosão é moderada e o terreno bem drenado. O horizonte Ap apresentou cor bruno-avermelhado-escura (2,5YR 3/4, seco) e vermelho-escuro-acinzentada (10R 3/4, úmida). A estrutura apresenta-se forte com blocos subangulares muito pequenos. A consistência foi muito dura quando seca, firme quando úmida e plástica e pegajosa quando molhado. A transição entre os horizontes foi plana e gradual.

Compartimento Morfopedológico III

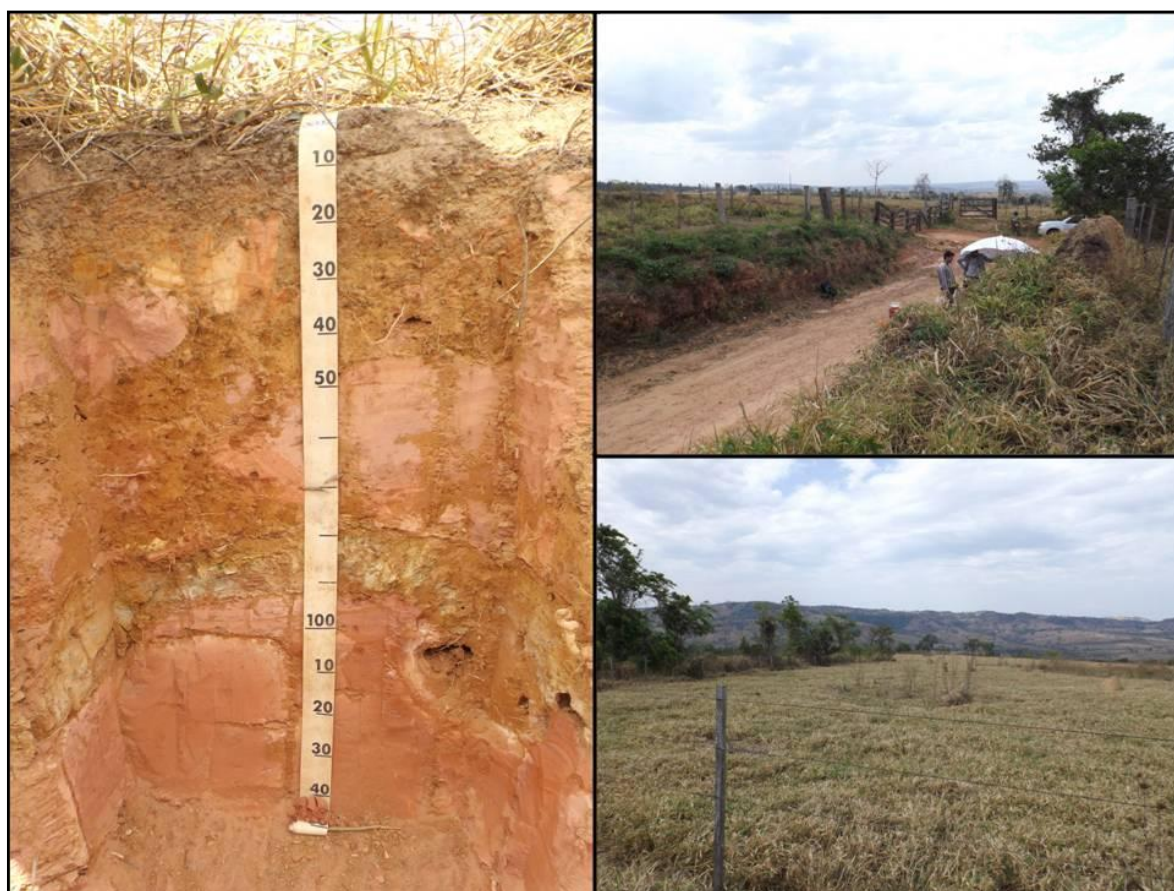
O Compartimento Morfopedológico III (MP-III) está localizado na Serra do Roncador – Salto do Céu, ocupando 10,24% da área da bacia. O relevo é composto por superfície estrutural tabular, patamares estruturais, formas tabulares e formas convexas que variam de 270 a 560 m de altitudes. A maior parte dos córregos que possuem manancial no MP-III compreende a sub-bacia do córrego Sicuri.

As Serras Roncador – Salto do Céu, na parte leste do compartimento, compreende geologicamente o grupo Rio Branco onde se localiza a Serra Fortuna, com formas convexas. As áreas de menor altitude estão sobre a Formação Vale da Promissão onde são encontradas formas convexas. A Formação Morro Cristalino ocupa a porção oeste do compartimento e apresenta superfície estrutural tabular, patamares estruturais e formas tabulares.

A litologia é composta pela Formação Morro Cristalino (metarenitos feldspáticos e ortoquartzíticos, metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos e ardósias), Formação Vale da Promissão (metassiltitos, filitos, ardósias e metarenitos) e o Grupo Rio Branco (diabásios e gabros).

O solo predominante é o Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico (Figura 6) com horizonte B incipiente dos 10 aos 50 cm. Localizado no centro - leste da bacia é encontrado entre as cidades de Salto do Céu e Rio Branco. Abrangendo 11,8% da bacia encontra-se nas formações geológicas Morro Cristalino, Vale da Promissão e Grupo Rio Branco, onde seu uso se destina a pastagens destinadas a bovinocultura.

Figura 6- Perfil de descrição morfológica do Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico na BHRB.



Os Cambissolos são solos pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente. Nesse tipo de solo, a pedogênese é pouco avançada, que pode ser evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, onde se observa a alteração do material de origem e a ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos. Como critério, possui horizonte B incipiente abaixo de qualquer horizonte superficial. Seu caráter háplico decorre de não se enquadrar nas classes anteriores de classificação dos Cambissolos (EMBRAPA, 2014).

O perfil descrito está a uma altitude de 422 metros, originado a partir da alteração das rochas de metarenitos feldspáticos e ortoquartzíticos, metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos e ardósias, que formam a litologia local.

O horizonte Ap apresentou 4,9 de pH em água, o que corresponde a uma acidez elevada. O teor de matéria orgânica foi médio com 28 g kg^{-1} . O teor de fósforo ($1,7 \text{ mg dm}^3$), potássio ($0,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$), cálcio ($0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$) e magnésio ($0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$) está muito baixa. A acidez trocável (Al^{3+}) está alta com $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$. A soma de bases de $0,26 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$ está muito baixa. Com saturação por bases de apenas 3% (muito baixa) e saturação por alumínio de 85% (muito elevada), o solo do perfil possui baixa fertilidade e elevada acidez, assim necessita a realização de correção química para plantas cultivadas.

O relevo no local é suave ondulado e o regional ondulado a forte ondulado. A erosão não é aparente e o terreno excessivamente drenado. O horizonte Ap apresentou cores brunadas (10YR 5/3, seco) e (7,5YR 4/2, úmida). A estrutura é formada por blocos subangulares muito pequena a grande moderada. A consistência foi ligeiramente dura quando seca, friável quando

úmida e ligeiramente plástica e não pegajosa quando molhado. A transição entre os horizontes foi plana e clara.

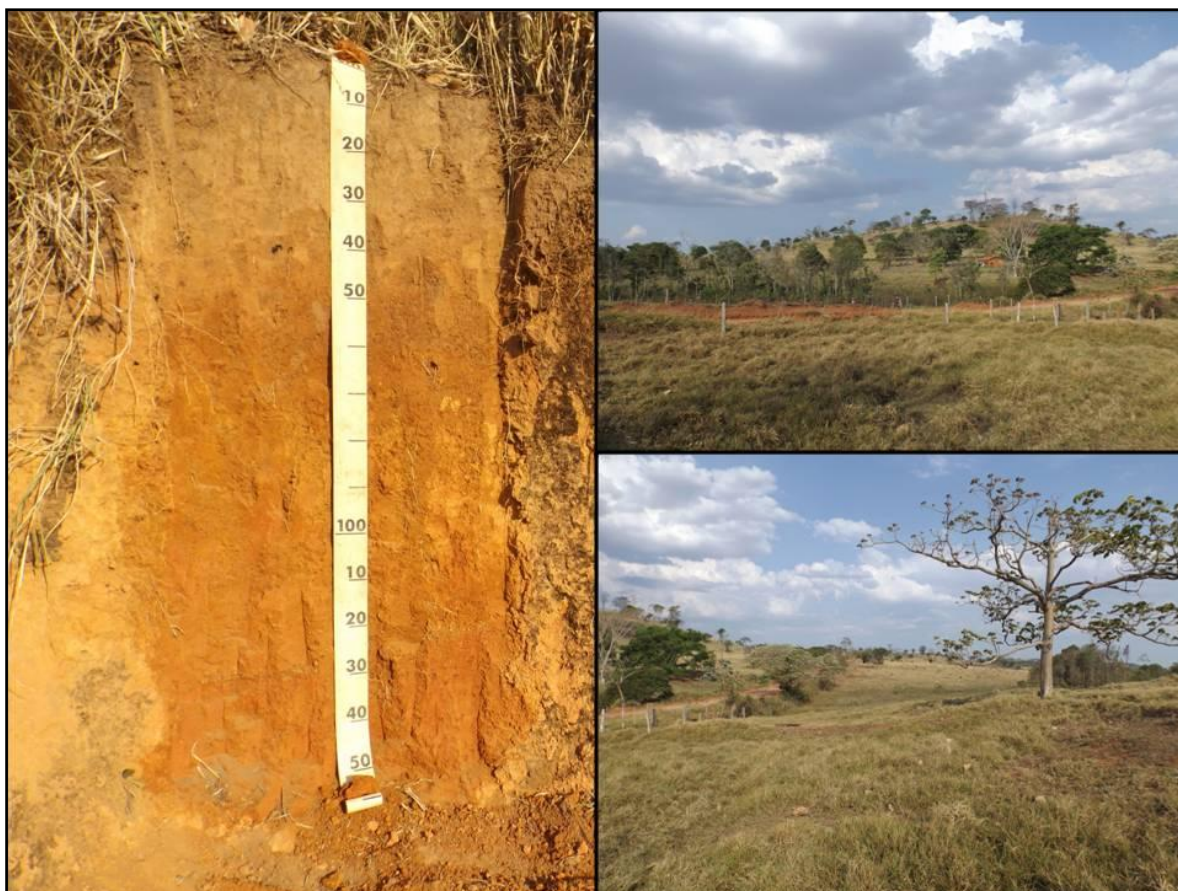
Compartimento Morfopedológico IV

O Compartimento Morfopedológico IV (MP-IV) ocupa 2,80% da área da bacia hidrográfica do rio Branco. Apresenta altitudes entre 350 e 550 m cujo relevo possui formas convexas no Planalto Dissecado dos Parecis (Serras Roncador – Salto do Céu). O Grupo Rio Branco forma a litologia local composta por riolacitos, andesitos e dacitos.

Esse Compartimento ocupa o extremo leste da bacia nas Serras Roncador – Salto do Céu onde está o divisor d'água com a bacia hidrográfica do rio Vermelho. Possui relevo movimentando, tendo como principal nascente a do córrego do Pito, afluente da margem esquerda do rio Branco.

A cobertura pedológica é composta por Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico típico (Figura 7) com saturação por bases (V) de no máximo 40% e horizonte B textural com classe de textura definida como argilosa de 50 a 198⁺ cm de profundidade. Totalizando 3,23% da bacia, ocupa uma pequena faixa ao extremo leste onde se pratica a bovinocultura.

Figura 7- Perfil de descrição morfológica do Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico típico na BHRB.



Segundo a Embrapa (2014), os Argissolos são aqueles solos com horizonte B textural que apresenta argila de atividade ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter

alítico. Como base, possui avançada evolução onde ocorre uma atuação incompleta do processo de ferralitização. Como critério, possui o desenvolvimento do horizonte diagnóstico B textural, vinculado a atributos que evidenciam a baixa atividade da fração argila ou o caráter alítico.

O perfil descrito como Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico típico está a uma altitude de 447 metros, originado a partir da alteração das rochas de riodacitos, andesitos e dacitos que formam a litologia local.

Na análise química do horizonte Ap, pode ser observado que o solo possui acidez média com pH em água de 5,7. O teor de matéria orgânica foi baixo, registrando 13 g kg^{-1} . O fósforo apresentou $1,1 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo um índice muito baixo, sobretudo ao levar em consideração que o horizonte apresentou 12% de argila. O potássio disponível de $0,07 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, o cálcio trocável de $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e o magnésio trocável de $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ estão com valores muito baixos. A acidez trocável foi muito baixa, ficando em $0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A soma de bases ficou em $0,47 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ sendo esse um índice muito baixo. A saturação por bases foi de 10% sendo muito baixa. A saturação por Al^{3+} foi baixa, registrando 18%. O horizonte superficial não apresente acidez elevada, mas possui falta de nutrientes, que pode estar relacionada com a lixiviação em decorrência da presença de 820 g kg^{-1} de areia registrado na análise granulométrica.

O relevo no local é suave ondulado e o regional ondulado a forte ondulado. A erosão é ligeira e aparente e o terreno bem drenado. O horizonte Ap apresentou cor bruna (7,5YR 5/4, seco) e bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida). A textura apresentada foi areia franca. A estrutura apresenta blocos subangulares muito pequena a muito grande fraca. A consistência foi macia quando seca, friável quando úmida e não plástica e não pegajosa quando molhado. A transição entre os horizontes foi plana e difusa.

Compartimento Morfopedológico V

O compartimento morfopedológico V possui a área de $330,82 \text{ km}^2$ (32,19%) com maior abrangência na bacia. Suas altitudes variam de 156 a 520 metros na Depressão do Alto Paraguai onde o relevo é composto principalmente por pediplano inumado, contudo também são encontradas formas convexas. Destaca-se o córrego Bracinho, principal afluente do rio Branco, que percorre praticamente sobre esse compartimento.

A Depressão do Alto Paraguai compreende a área drenada pelo alto curso do rio Paraguai e seus afluentes, com relevo pouco dissecado e com pequenos caimentos topográficos de norte para sul. A Depressão do Alto Paraguai drena o rio Branco a partir da cidade de Salto do Céu até sua foz. O córrego Bracinho, principal afluente do rio Branco, é drenado em quase sua totalidade nessa unidade geomorfológica.

As unidades geológicas são compostas por: Grupo Rio Branco (riodacitos, andesitos e dacitos); Formação Vale da Promissão (metassiltitos, filitos, ardósias e metarenitos subordinados); e Formação Pantanal (sedimentos finos e grosseiros semi consolidados).

Nos solos descritos como Latossolo Vermelho Distrófico argissólico (Figura 8) a saturação por base baixa ficou em 38% no horizonte superficial. A concentração de argila no horizonte Bw (500 g kg^{-1}) e a cerosidade pouca e fraca fazem-no intermediário para Argissolo. No MP-V é encontrada a maior diversidade de uso do solo entre os compartimentos, sendo usado para a silvicultura, cultivo de cana-de-açúcar destinada à produção de álcool e por pastagens destinadas a bovinocultura.

Figura 8- Perfil de descrição morfológica do Latossolo Vermelho Distrófico argissólico na BHRB.



Segundo Batista, Paiva e Marcolino (2014), os Latossolos possuem horizonte B latossólico uniforme em cor, estrutura e textura. São solos profundos que apresentam baixa fertilidade e ocupam as áreas mais velhas e estáveis da paisagem.

São solos com evolução muito avançada e possuem atuação expressiva do processo de latolização (ferralitização), sendo assim, possuem intensa intemperização dos constituintes minerais primários, e até mesmo dos secundários menos resistentes. São encontradas relativas concentrações de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com pouca mobilização ou migração da argila, ferrólise, gleização ou plintização. Como critério de definição, possui horizonte B, diagnóstico B latossólico, em sequência a qualquer tipo de A, e quase nulo ou pouco acentuado aumento do teor de argila de A para B. Os Latossolos Vermelhos são aqueles que possuem matiz 2,5YR ou mais vermelhos nos primeiros 100 cm do horizonte B, incluindo o horizonte BA (EMBRAPA, 2014).

O perfil descrito está em uma altitude de 181 metros, originado a partir da alteração das rochas de metassiltitos sericíticos intercalados com diabásio e gabro que formam a litologia local.

Na análise química, foi identificado que o pH em água do horizonte Ap ficou em 6,1, tendo assim, acidez fraca. O teor de matéria orgânica (MO) de 34 g kg⁻¹ encontrada é

considerado médio. Os teores de fósforo ($0,7 \text{ mg dm}^{-3}$) e potássio disponíveis ($0,44 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) estão muito abaixo do recomendado. Os teores de cálcio trocável ($1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) apresentaram-se baixo e o de magnésio trocável ($0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) foi classificado como médio. Não foi registrada acidez trocável (Al^{3+}) na amostra do horizonte Ap; nos demais horizontes, a concentração foi elevando-se, atingindo $3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no horizonte Cr. A soma de bases de $1,94 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ foi classificada como média. A saturação por bases de 38% é considerada baixa.

A fração areia foi de 260 g kg^{-1} no horizonte Ap e de 500 g kg^{-1} no Bw. O horizonte Bw apresentou cor vermelha (2,5YR 4/6, seco) e vermelho-escura (2,5YR 3/6, úmida). A textura apresentada foi argila. As estruturas apresentadas foram blocos subangulares muito pequenos a muito grande moderadas. A consistência foi extremamente dura quando seco, firme quando úmido e, quando molhado, plástica e ligeiramente pegajosa. A cerosidade foi pouca e fraca e a transição entre os horizontes foi plana e clara.

O relevo no local e na região é suave ondulado, a erosão se apresenta em sulco frequente e raso e há uma boa drenagem.

Compartimento Morfopedológico VI

O Compartimento Morfopedológico VI localiza-se na Serras do Roncador – Salto do Céu ocupando 18,90% da área da bacia hidrográfica do rio Branco e possui relevo composto por superfície estrutural tabular e formas tabulares com altitudes entre 220 a 650 m. A litologia é composta principalmente pela Formação Fortuna (metarenitos quartzosos e feldspáticos, com níveis conglomeráticos, metaconglomerados oligomíticos), porém em menor área de abrangência encontra-se o Grupo Rio Branco (riodacitos, andesitos e dacitos) e as Formações Vale da Promissão (metassiltitos, filitos, ardósias e metarenitos subordinados) e Morro Cristalino (metarenitos feldspáticos e ortoquartzíticos, metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos e ardósias).

O MP-VI forma o divisor d'água da bacia hidrográfica do rio Branco ao oeste. É grande a quantidade de nascentes encontradas em suas encostas sendo, grande parte delas, afluentes do córrego Brancinho e outros, compondo a sub-bacia bacia do córrego Corgão, afluente da margem direita do rio Branco. Essa unidade morfopedológica possui restrições ao uso sendo parte recoberta por vegetação secundária e por cerrado.

Essa unidade morfopedológica tem como cobertura pedológica o Neossolo Litólico Distrófico fragmentário (Figura 9) com horizonte O de 4 a 0 cm e horizonte A com saturação por bases de 8% e profundidade de 0 a 8 cm sob horizonte CR.

O Neossolo Litólico Distrófico fragmentário está presente em 18.4% da bacia sob as Serras do Roncador – Salto do Céu. Esse compartimento pedológico possui vegetação de cerrado ainda bem conservada, devido à dificuldade de manejo desse solo, ocasionada pelos afloramentos rochosos e ao relevo movimentado. As partes com uso se destinam à prática da pecuária bovina.

Figura 9- Perfil de descrição morfológica do Neossolo Litólico Distrófico fragmentário na BHRB.



Segundo a Embrapa (2014), os Neossolos são os que não possuem horizonte B diagnóstico definido. São solos em formação devido aos processos pedogenéticos ou por características inerentes do material de origem. Têm como critério a insuficiência de elementos que possibilite analisar os diversos processos de formação. Possuem horizonte A, seguido de C ou R, e têm predomínio das características herdadas do material de origem. Neossolos Litólicos são aqueles com horizonte A ou hístico, assentando diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% ou mais de sua massa formada por fragmentos de rochas cujo tamanho seja superior a 2 mm de diâmetro, que apresentem contanto lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo.

O perfil descrito está a uma altitude de 527 metros, originado a partir da alteração das rochas metarenitos quartzosos e feldspáticos, com níveis conglomeráticos, metaconglomerados oligomíticos.

O horizonte Ap apresentou acidez elevada com pH de 4,8. O teor de matéria orgânica é muito bom, registrando 75 g kg^{-1} . O fósforo ($1,1 \text{ mg dm}^3$) e potássio ($0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$) foram encontrados em teores baixos. Os teores de cálcio ($0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$) e magnésio ($0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$) apresentaram-se baixos. A acidez trocável (Al^{3+}) é elevada, registrando $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$. A soma de bases ficou em $0,95 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$, considerada baixa. A saturação por bases foi de 8% sendo muito baixa. A saturação por Al^{3+} foi de 61%, sendo considerada elevada. O resultado das análises demonstrou que o solo no MP-VII possui baixa fertilidade e elevada saturação por alumínio o que deixa esse solo inadequado para as plantas cultivadas, limitando seu potencial para uso.

O relevo no local é ondulado e o regional forte ondulado. A erosão é laminar e o terreno excessivamente drenado. O horizonte Ap apresentou cor bruno muito escura (7,5YR 2,5/02, seco) e preta (5YR 2,5/01, úmida). A estrutura apresentou grãos simples muito pequenos. A consistência foi solta quando seca, solta quando úmida e não plástica e não pegajosa quando molhado; a transição entre os horizontes foi plana e abrupta.

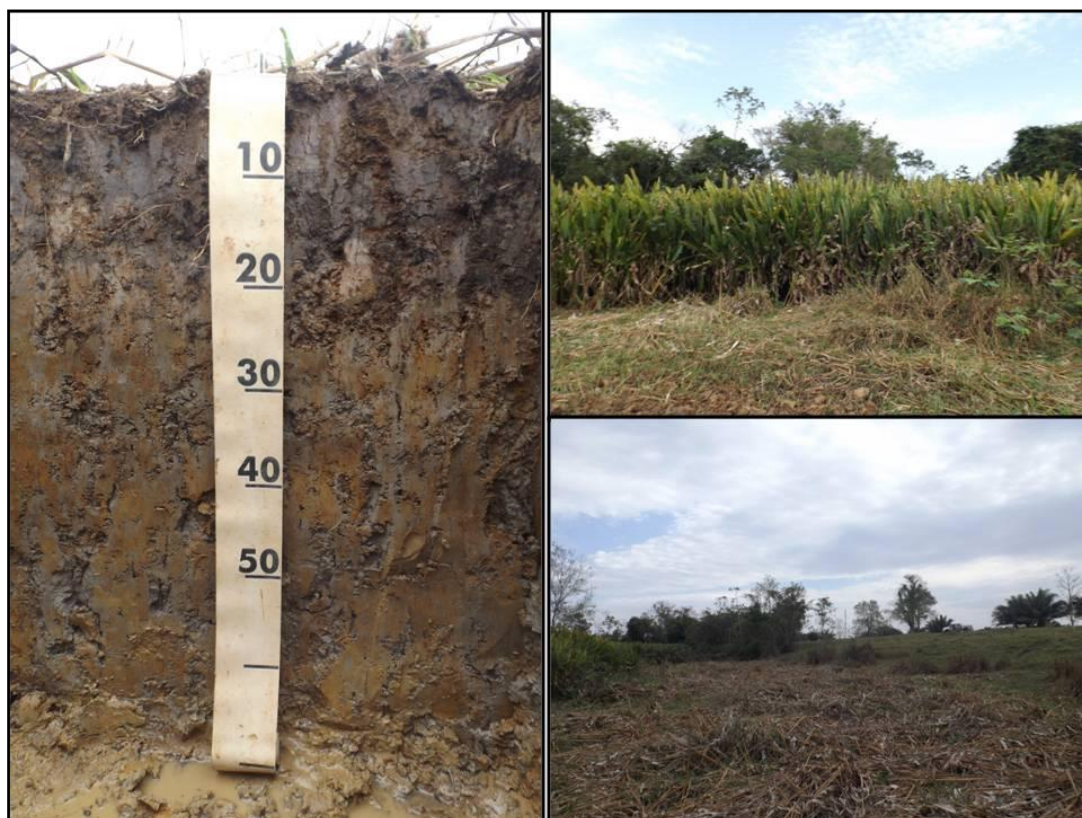
Compartimento Morfopedológico VII

O Compartimento Morfopedológico VII (MP-VII) corresponde geomorfologicamente a planície fluvial, constituindo-se o menor compartimento da bacia hidrográfica do rio Branco, ocupando apenas 0,31% da área. Apresenta as menores elevações da bacia, variando entre 157 e 166 m de altitude. A geologia é composta por aluviões atuais originados da acumulação de sedimentos oriundos das partes mais elevadas da bacia. Sendo uma pequena área próxima à foz do rio Branco, forma o relevo mais homogêneo entre os compartimentos, apresentando terreno relativamente plano.

A cobertura pedológica predominante é o Gleissolo Háptico Alumínico típico (Figura 10) apresenta baixa saturação por bases, atingindo no máximo 4%. O Compartimento Morfopedológico VII localiza-se próximo ao exultório do rio Branco e, por estar na planície de inundação, possui limitações ao uso.

Compreende uma estreita faixa de acúmulo de sedimentos na região da foz. Parte do ambiente desse solo encontra-se preservado por margear o rio Branco. A parte em uso comporta cultivo de cana-de-açúcar e pastagens para o desenvolvimento da pecuária bovina.

Figura 10- Perfil de descrição morfológica do Gleissolo Háptico Alumínico típico na BHRB.



Os Gleissolos são aqueles com expressiva gleização. Têm como base a hidromorfia, expressada por forte gleização, devido ao processo de redução intensa de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, devido à flutuação do lençol freático. Como critério de classificação, apresenta elementos que evidenciam a gleização conjugada à identificação do horizonte glei. Os Gleissolos Háplicos são os Gleissolos que não foram possíveis de enquadrar nas demais classificações desse tipo de solo (EMBRAPA, 2014).

O perfil descrito (Figura 10) como Gleissolo Háplico Alumínico típico está a uma altitude de 163 metros, originado a partir da alteração das rochas do Grupo Aguapeí (metarenitos e metassiltitos), transportados e depositados em planície fluvial próxima ao exultório do rio Branco

O horizonte Ap com pH em água de 4,7 apresentou acidez elevada. O teor de matéria orgânica (63 g kg^{-1}) encontrado é considerado bom. Os teores encontrados de fósforo ($8,6 \text{ mg dm}^{-3}$) foram baixos e os de potássio disponível ($0,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) muito baixo. O teor de cálcio trocável ($0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e de magnésio trocável ($0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) está muito baixo. A acidez trocável (Al^{3+}) está alta, registrando $1,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A soma de bases está muito baixa e ficou em $0,22 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A saturação por bases registrou 1%, demonstrando que a fertilidade desse solo é muito baixa. A saturação por Al^{3+} foi muito elevada, registrando 88%, sendo assim, esse solo apresenta limitação para as plantas cultivadas devido à sua toxidade (Tabela 4).

O relevo no local é plano e o regional plano a suave ondulado. A erosão é não aparente e o terreno imperfeitamente drenado. O horizonte Ap apresentou cor bruno-avermelhado-escura (5YR 3/2, seco) e bruno-avermelhado-escura (5YR2,5/2, úmida). As estruturas apresentadas foram blocos subangulares muito pequena a muito grande fraca. A consistência foi friável quando úmido e quando molhado plástica e pegajosa. A transição entre os horizontes foi plana e clara.

Compartimento Morfopedológico VIII

O Compartimento Morfopedológico VIII situa-se nas Serras do Roncador – Salto do Céu, ocupando uma área de 3,11% na bacia hidrográfica do rio Branco com relevo caracterizado por superfície estrutural tabular e patamares estruturais. Está situado entre altitudes de 500 a 670 m. A geologia é composta por dois dos três patamares do Grupo Aguapeí, sendo a Formação Morro Cristalino (metarenitos feldspáticos e ortoquartzíticos, metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos e ardósias) o patamar superior do grupo e a Formação Fortuna (metarenitos quartzosos e feldspáticos, com níveis conglomeráticos, metaconglomerados oligomíticos) o patamar inferior.

O MP-VIII apresenta relevo tabular relativamente plano, situa-se no topo da Serra Monte Cristo e de uma das serras situadas sobre a Formação Morro Cristalino. Praticamente, não são encontrados canais de drenagem nesse compartimento.

A cobertura pedológica predominante é o Neossolo Quartzarênico Órtico léptico (Figura 11) que apresentou classe textural areia nos primeiros 70 cm e saturação por bases inferiores os 11%. Ocupando 3,25% da área da bacia, esse solo é encontrado no topo da serra de Monte Cristo onde se apresenta uma área de relevo plano em altitudes em torno de 550 metros. Coberto principalmente por pastagens, seu uso se destina à bovinocultura.

Figura 11- Perfil de descrição morfológica do Neossolo Quartzarênico Órtico léptico na BHRB.



Assim como no MP-I, o solo presente no MP-VIII é o Neossolo Quartzarênico, diferenciando-se apenas no 4º nível categórico. Para Batista, Paiva e Marcolino (2014) os Neossolos são aqueles pouco evoluídos, não sendo possível identificar horizonte B diagnóstico. É pequena a diferenciação entre os horizontes, com individualização de horizonte A, seguido do horizonte C ou R, com predomínio das características herdadas do material de origem. Jovens, têm origem mineral, ou de material orgânico com menos de 20 cm de espessura. Os classificados como quartzarênicos, são solos arenosos de textura areia ou areia franca.

O perfil descrito como Neossolo Quartzarênico Órtico léptico está a uma altitude de 552 metros, originado a partir da alteração das rochas de arenito e metarenitos.

No horizonte Ap, pode ser observado que o pH em água (5,3) registrou acidez média. O teor de matéria orgânica (29 g kg^{-1}) é médio. O fósforo ($4,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), o potássio disponível ($0,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), o cálcio trocável ($0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e o magnésio trocável ($0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) registraram índices muito baixos. A acidez trocável (Al^{3+}) foi média, ficando em $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A soma de bases com $0,43 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ encontra-se muito baixa. A saturação por bases foi de 8%, sendo muito baixa. A saturação por Al^{3+} foi de 65% sendo um nível elevado, assim, esse solo, além de possuir baixa fertilidade, é tóxico para as plantas cultivadas.

O relevo no local é plano e o regional ondulado a forte ondulado. A erosão não é aparente e o terreno bem drenado. O horizonte Ap apresentou cor bruno-escuro (7,5YR 3/2, seco) e preta (7,5YR 2,5/1, úmida). A estrutura apresentada foi de blocos subangulares muito pequena a muito grande fraca. A consistência foi macia quando seca, muito friável quando

úmida e não plástica e não pegajosa quando molhado. A transição entre os horizontes foi plana e difusa.

A seguir no quadro 1 é sistematizado os compartimentos morfopedológicos contendo as informações referentes as unidades pedológicas, geológicas, geomorfológicas, as principais formas de relevo e o uso atual.

Quadro 01. Compartimentos morfopedológicos.

| Compartimentos | Unidades Geomorfológica | Unidades Geológicas | Litologias | Relevo | Unidades pedológicas | Uso atual |
|-----------------------|---|---|---|---|--|--|
| MP – I | Planalto dos Parecis, Serras do Roncador-Salto do Céu | Formação Utiriti | Arenitos ortoquartzíticos, algo feldspáticos finos a médios, com seixos esparsos, maciços e localmente silicificados. | Formas convexas | Neossolo Quartzarênico Órtico típico | Pastagens |
| MP – II | Serras do Roncador – Salto do Céu | Grupo Rio Branco, Formação Vale da Promissão e Formação Morro Cristalino | Diabásio, gabros, metarenitos feldspáticos e ortoquartzíticos, metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos, ardósias, filitos e metarenitos subordinados | Formas convexas e superfície estrutural tabular | Nitossolo Vermelho Distroférrico típico | Pastagens |
| MP – III | Serras do Roncador – Salto do Céu | Formação Vale da Promissão, Formação Morro Cristalino e Grupo Rio Branco | Diabásio, gabros, metarenitos feldspáticos e ortoquartzíticos, metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos, ardósias, filitos e metarenitos subordinados | Superfície estrutural tabular, patamares estruturais, formas tabulares e formas convexas. | Cambissolo Háplico Tb distrófico léptico | Pastagens |
| MP – IV | Serras do Roncador – Salto do Céu | Grupo Rio Branco | Riodacitos, andesitos e dacitos | Formas convexas | Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico típico | Pastagens |
| MP – V | Depressão do Alto Paraguai | Grupo Rio Branco, Formação Vale da Promissão e Formação Pantanal | Riodacitos, andesitos, diabásio, gabro, dacitos, metassiltitos, ardósias, filitos, metarenitos subordinados e sedimentos finos e grosseiros semi consolidados. | Formas convexas e pediplano inumado | Latossolo Vermelho Distrófico léptico | Pastagens, silvicultura e agricultura (cana-de-açúcar) |
| MP – VI | Serras do Roncador – Salto do Céu | Grupo Rio Branco e Formações: Fortuna, Vale da Promissão e Morro Cristalino | Riodacitos, andesitos, dacitos, metarenitos: subordinados, quartzosos e feldspáticos com níveis conglomeráticos, metaconglomerados oligomíticos, metassiltitos, filitos, ardósias e metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos e ardósias | Superfície estrutural tabular e formas tabulares. | Neossolo Litólico Distrófico fragmentário | pastagens |
| MP – VII | Planícies Fluviais | Aluviões Atuais | Areias, argilas e cascalhos. Depósitos da planície fluvial | Planície fluvial | Gleissolo Háplico Alumínico típico | Pastagens e agricultura (cana-de-açúcar) |
| MP – VIII | Serras do Roncador – Salto do Céu | Formações: Fortuna e Morro Cristalino | Metarenitos feldspáticos e ortoquartzíticos, metarcóseos com finas intercalações de metassiltitos, ardósias e metaconglomerados oligomíticos | Superfície estrutural tabular e patamares estruturais | Neossolo Quartzarênico Órtico léptico | Pastagens |

CONCLUSÕES

Através da sobreposição dos mapas de geologia, geomorfologia e pedologia, foram estabelecidos oito compartimentos morfopedológicos onde foi possível compreender as características dos ambientes e seus principais usos.

A geologia da bacia hidrográfica do rio Branco compreende o Domínio Tectônico Cachoeirinha, sendo formada pelo Grupo Aguapeí (Formações Morro Cristalino, Vale da Promissão e Formação Fortuna), Grupo Rio Branco, Grupo Parecis (Formação Utariti), Formação Pantanal e Aluviões Atuais.

A geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Branco é formada pelo Planalto dos Parecis (Chapada dos Parecis e Serras do Roncador – Salto do Céu), Depressão do Alto Paraguai e planícies fluviais. O relevo no planalto é caracterizado por superfície estrutural tabular, patamares estruturais, formas tabulares e formas convexas. Na depressão, são encontradas as formas convexas e o pediplano inumado e, nas partes mais baixas, são encontradas as planícies fluviais.

Os solos da bacia foram caracterizados como: Neossolo Quartzarênico Órtico, Nitossolo Vermelho Distroférrico, Latossolo Vermelho Distrófico argissólico, Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, Neossolo Quartzarênico Órtico léptico, Gleissolo Háplico Alumínico, Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico e Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico típico. Os solos da bacia hidrográfica do rio Branco são usados geralmente para pastagens, onde se pratica a atividade pecuária bovina, porém em menor escala são encontradas outras atividades como a silvicultura e a agricultura.

Os Neossolos localizados nos compartimentos morfopedológicos I, VI e VIII são os mais jovens da bacia foram encontrados nas maiores altitudes, sobre eles estão as principais nascentes do rio Branco e dos córregos Bracinho e Corgão. O Nitossolo (MP-II), formado a partir das rochas ígneas de diabásios e gabros, é o solo que apresentou melhores condições para o uso; nesse solo não foi registrada a presença de nascentes importantes. O Argissolo (MP-IV) foi encontrado no extremo leste da bacia em relevo movimentado, cuja principal nascente é a do córrego do Pito. O Cambissolo (MP-III) foi encontrado em ambiente de serras e ocupa o centro-leste da bacia onde se registra a nascente de pequenos córregos. O Gleissolo (MP-VII) é a menor cobertura pedológica da bacia, abrange os relevos mais baixos e planos na planície fluvial formada na área de exultório do rio Branco. O Latossolo (MP-V) foi encontrado nas áreas mais planas da bacia e compreendem os solos mais velhos da bacia, o rio Branco e seu principal afluente, o córrego Bracinho, transcorre a maior parte de seu percurso sobre esse solo.

Na bacia do rio Branco, os solos possuem baixa fertilidade, sendo todos distróficos. Em alguns ambientes, a saturação por Al^{3+} foi encontrada muito elevada. Os solos que possuem a presença maior da fração areia na granulometria foram em geral os que apresentaram menor fertilidade devido à facilidade desses solos em ser lixiviados e em função da natureza do material de origem, pobres em nutrientes, tais como o quartzo.

O estudo favoreceu a compreensão da disponibilidade e funcionamento hídrico na bacia. Através dos resultados foi possível verificar que a BHRB apresenta solos com a necessidade de correção química para plantas cultivadas. Na cabeceira de drenagem a presença de diversas voçorocas demonstra a falta de manejo adequado e evidenciam a

falta de políticas públicas que visem o uso adequado do solo. Algumas áreas são de extrema fragilidade ambiental, devido à grande suscetibilidade à erosão e, por isso, deveriam ser destinadas à preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos Resultados das Análises de Solos. In: Antônio Carlos Ribeiro; Paulo Tácito Gontijo Guimarães; Victor Hugo Alvarez V. (Org.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 1 ed. Viçosa: **Imprensa Universitária**, 1999, v. 1, p. 25-32.

BATISTA, M. de A.; PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A. (Org.). **Solos para todos: perguntas e respostas**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014. (Embrapa Solos. Documentos, 169).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD. 21 – Cuiabá: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Secretaria Geral. Rio de Janeiro, 1982.

CABRAL, T. L.; CABRAL, I. L. L. Abordagem morfopedológica como subsídio ao estudo da distribuição geográfica dos latossolos no município de Sorriso, MT. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. **Anais...** Porto Alegre, 2010.

CASSETI, Valter. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora UFG, 2001.

CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. **GEOUSP**. Campinas. Revista, n. 7, 2000.

COM, 2006. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC /* COM/2006/0232 final - COD 2006/0086*/(acessoem22/09/2015) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006PC0232&from=PT>

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4 ed. E-book. – Brasília: Embrapa, 2014.

FARIA, T. O. et al. Abordagem morfopedológica para diagnóstico e controle de processos erosivos. **Ambiente & Água**. v.8, n. 2, 2013.

LACERDA, M. P. C.; ALVARENGA, M. I. N. Recursos naturais da microbacia. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, MG, v. 21, n. 207, 2000.

LOHMANN, M.; SANTOS, L. J. C. A morfopedologia aplicada à compreensão dos processos erosivos na bacia hidrográfica do arroio Guassupi, São Pedro do Sul, RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 6, n. 2, 2005.

LOPES, E. C. et al. Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e controle da erosão como subsídio ao planejamento ambiental de municípios da Amazônia Legal. Estudo de caso em Juruena, Mato Grosso. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **ABES – Trabalhos Técnicos**. João Pessoa. 2001.

OLIVEIRA, J. D.; Souza, C. A. ; SOUSA, J. B. Influência de voçoroca na hidrodinâmica do córrego Quatorze, afluente da margem direita do rio Branco, Mato Grosso, Brasil. In: XVI SEMAGEO E II SEMINÁRIO DA PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNEMAT, 2016, Cáceres-MT. "O Papel da Geografia Frente aos Desafios da Sociedade Contemporânea". Cáceres: Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, 2016. v. 1. p. 497-507.

RIBEIRO, J. C.; SALOMÃO, F. X. T. **A morfopedologia aplicada ao diagnóstico e prevenção de processos erosivos lineares da bacia hidrográfica do Alto Rio da Casca**. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia, 2001.

SALOMÃO, F. X. T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP):** regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. 1994. 200f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1994.

SALOMÃO, F. X. T.; NAKASU, L.; PONÇANO, W. L. O estudo do meio físico como subsídio para a identificação de áreas potencialmente irrigáveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 3., 1981. Itapema. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1981. p. 285-300.

SANTOS, R.D. et al. **Manual descritivo e coleta de solos no campo**. 5 ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2005.

SOUSA, J. B. **Tufos vulcânicos na bacia hidrográfica do Ribeirão Areado, Alto São Francisco (MG):** caracterização pedológica e influência na qualidade das águas. 2014. 155f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal Fluminense,UFF, Niterói, RJ, 2014.

TRICART, J.; KILIAN, J. **L'écogéographie et l'aménagement du milieu naturel**. Paris: Ed. François Maspero, 325 p. 1979.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977.

TRICART, J.; KILLIAN, J. **La Eco-Geografía y la Ordenación del medio natural**. Barcelona: Editora Anagrama, 1982.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia:** ciência e aplicação. 2 ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

VOLCHKO, Y. et al. Incorporating the soil function concept into sustainability appraisal of remediation alternatives. **Journal of Environmental Management**, v. 129, p. 367-376, 2013.

CÓRREGO SANGRADOURO: UMA RELEITURA DAS VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS E DA OCUPAÇÃO/USO DA TERRA EM CÁCERES, MATO GROSSO

Wellington Caetano de Campos
Leila Nalis Paiva da Silva Andrade
Flavio Rodrigues do Nascimento
Célia Alves de Souza
Gustavo Roberto dos Santos Leandro

Introdução

Com o processo da urbanização muito fatores não foram considerados na ocupação dos espaços urbanos, pois várias Áreas de Preservação Permanente e de riscos foram ocupadas, como por exemplo os córregos ou rios urbanos. Nas áreas urbanas, onde grande parte do abastecimento de água é provida pela rede pública, verificam-se graves problemas quanto ao fornecimento de água em quantidade e qualidade. Esse fato provém da expansão dos centros de maneira desordenada e desuniforme, com a ampliação do número de domicílios sem o aporte da rede de esgotamento, aumentando os riscos resultantes da poluição química e biológica dos reservatórios superficiais e dos mananciais subterrâneos (OLIVEIRA; LEITE; VALENTE, 2015).

A cidade é o elemento que mais reflete as mudanças na vida do homem e na organização do espaço. A evolução da história do Homem sobre a Natureza nos leva a fase atual, onde a sociedade está globalizada, conectadas em redes com técnicas que exploram cada vez mais os recursos naturais. Assim, a ocupação do espaço ocorre de maneira desigual, o que contribui com as disparidades sociais.

Lopes et al. (2011) evidenciam que ainda há uma grande ignorância dos impactos ambientais consequentes da atividade humana, por parte da sociedade, e que a diferença de conhecimento leva à pura e errônea análise de que somente algumas ações são predatórias. Em geral, só são reconhecidas aquelas de mais fácil percepção quanto às alterações do meio.

E dentre os principais impactos recorrentes da ocupação urbana estão relacionados com os recursos hídricos, pois a utilização e pressão nessa unidade de análise alteram o seu funcionamento natural. Na concepção de Lessa Filho (2005, p. 13):

A água é um recurso vital para as espécies que vivem na Terra. A nossa dependência total dela é representada pela facilidade com que se constroem casas, indústrias, cidades inteiras ao lado de rios, lagos, etc. Essa é a tendência humana e, ao mesmo tempo, um instinto biológico de ficar perto daquilo do que se depende. No entanto, a forma como os recursos estão sendo usados é preocupante. O consumo é imensamente maior do que a capacidade de recarga dos rios, aquíferos e lagos.

De acordo com D'Aguila et al. (2000), além da qualidade das fontes de água é necessário atenção especial quanto à permanência dela nos reservatórios, uma vez que a preservação da qualidade da água depende de boas condições físico-sanitárias durante o armazenamento. Para isso, os consumidores devem estar informados da necessidade de manutenção, limpeza e higienização dos reservatórios e instalações prediais.

Nos casos relacionados à utilização de águas advindas de fontes naturais, poços, captação da água de chuva entre outras fontes alternativas é também importante a sensibilização da população quanto ao emprego de métodos de tratamento, tais como a cloração e a filtração, para que os possíveis malefícios de contaminações sejam minimizados (VIEIRA; VIEIRA; VESTENA, 2015).

De acordo com Moraes e Jordão (2002, p. 371) “o consumo de recursos naturais em ritmo mais acelerado do que a renovação pelo sistema ecológico e a geração de produtos residuais em quantidades maiores do que as que podem ser integradas ao ciclo natural de nutrientes”. Em países com dificuldades econômicas, o processo de urbanização ocorreu sem devido planejamento. Esse fator desencadeia problemas pela falta de infraestrutura básica como as enfermidades de veiculação hídrica (AYACH et al., 2012).

Na concepção de Santana (2019, p. 2)

Os rios urbanos, de maneira geral, tornaram-se exemplos de ambientes intensamente perturbados, pois se encontram degradados e/ou alterados devido às intervenções antrópicas, as quais modificaram sua morfologia para atender às novas exigências do crescimento das cidades. Esse processo é constante, especialmente em países subdesenvolvidos e/ou emergentes. Siqueira e Moraes, (2009, p. 2118) complementam que “os resíduos sólidos urbanos gerados pela sociedade em suas diversas atividades resultam em risco à saúde pública, provocam degradação ambiental, além dos aspectos sociais, econômicos e administrativos envolvidos na questão”.

Entre os impactos ambientais habitualmente perceptíveis com a ausência ou ineficácia da coleta e disposição dos resíduos sólidos, destaca-se sua acomodação dos resíduos em fundos de vale, ruas ou cursos d'água. Essas práticas constantemente causam, entre outras coisas, contaminação dos corpos d'água, assoreamento, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, tais como: cães, gatos, ratos, baratas, moscas, vermes, entre outros. Some-se a isso a poluição visual, mau cheiro e contaminação do ambiente (SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2016 b).

A falta de saneamento básico recai na maneira que estão sendo descartados resíduos sólidos ou lançados efluentes diretamente nos rios. Trata-se de um serviço tão essencial que precede as demais atividades públicas estruturais. Porém, essa não é a realidade encontrada no Brasil. Esse fato pode ser dado, entre outras condições, à falta de informação que a sociedade civil tem do mérito do saneamento no estabelecimento da saúde coletiva. A falta dessa percepção decorre, muitas vezes, do baixo grau de escolaridade e instrução da população (NEGRÃO et al., 2012).

O conceito de saúde ambiental refere-se às implicações que a interação entre as pessoas e o ambiente natural e edificado pode ter para a saúde. À medida que nosso conhecimento e entendimento sobre as conexões entre o meio ambiente e a saúde evoluem, também o conceito evolui (MSMAA, 2002, p. 01).

Bay e Silva (2011), Lermen e Fisher (2010), ressaltam a importância do conhecimento da percepção das populações acerca do meio ambiente e sobre o lugar em que vivem. De acordo com os autores, esse processo facilita o planejamento e elaboração de projetos em educação ambiental, inclusive com ações mitigadoras dos impactos ambientais; fornecendo elementos para as políticas públicas.

Costa (2013) relata a dificuldade da aplicação de projetos constantes de educação ambiental junto às comunidades, apontando a sensibilização acerca do contexto do meio ambiente e promovendo transformações na cultura, hábitos e costumes das pessoas.

Rocha, Moura Júnior e Magalhães (2012) atribuem o zelo pela qualidade ambiental à uma consciência coletiva, sendo que a atitude de cada indivíduo reflete na realidade dos planos de ação elaborados por parte do poder público e dos administradores ambientais. Sendo assim, a evolução da relação entre o homem e seu meio ambiente passa pela individualidade, pela consciência única de cada homem, mas só pode ser obtida realmente se há progresso quanto à compreensão ambiental do coletivo.

Sendo assim, a unidade de análise é a sub-bacia do córrego Sangradouro, localizada na cidade de Cáceres. Tem a sua nascente na serra do Lobo e percorre área rural/urbana até desaguar no rio Paraguai, próximo à praça Barão do Rio Branco (SANTANA; SOUZA; CUNHA, 2018).

Alguns pesquisadores desenvolveram pesquisas nos córregos urbanos da cidade de Cáceres como Oliveira-Junior et al. (2013); Cruz e Souza (2013); Santana e Cunha (2019); Santana, Souza e Cunha (2021).

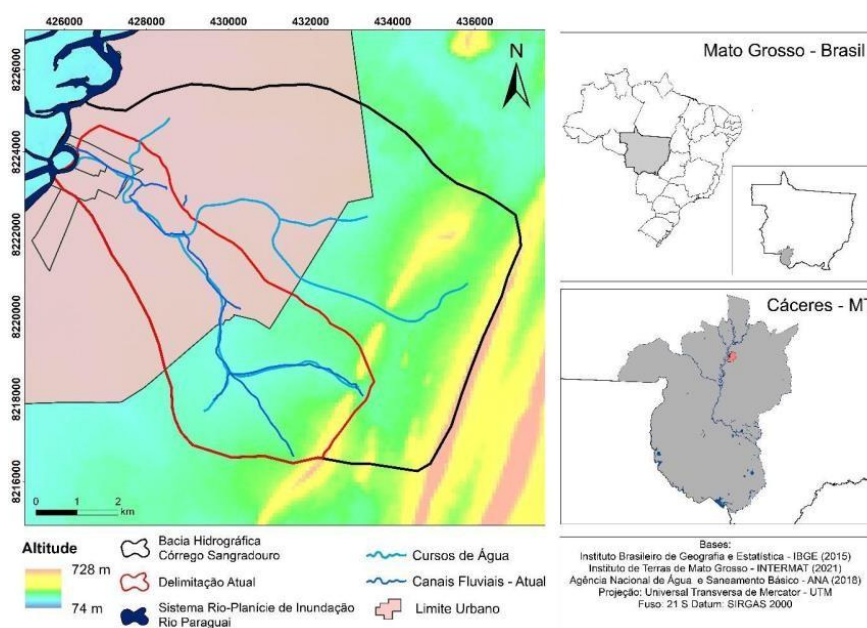
Assim, a pesquisa teve como objetivo avaliar as condições atuais e comparar dados existentes da hidrodinâmica do córrego Sangradouro na cidade de Cáceres-Mato Grosso.

Metodologia

Área de estudo

A bacia hidrográfica do córrego Sangradouro localiza-se entre as coordenadas 16°02'00" e 16°08'00" de latitude Sul; e 57°42'00" e 57°36'00" de longitude Oeste no município de Cáceres - Mato Grosso. A bacia percorre o perímetro rural/urbano. O córrego nasce entre as Serras: Lobo e Bom Jardim e deságua na baía do Malheiros, no rio Paraguai (SANTANA, 2017) (Figura 1).

Figura 1- Localização da área de estudo



Procedimentos metodológicos

Foi realizado o levantamento bibliográfico sobre intervenções em canais fluviais, resíduos sólidos e impactos ambientais em livros, artigos e revistas especializadas. Posteriormente, realizou-se trabalho de campo em setembro de 2021 no período de seca.

Em campo no período de estiagem novembro de 2021 foram observados nove pontos a partir de aspectos relacionados as modificações na paisagem e intervenções diretas no canal fluvial, bem como a coleta de dados relacionados às variáveis hidrodinâmicas. Para mensurar a largura e profundidade foi utilizada trena de 20 m, a velocidade não foi contabilizada devido as características de ambiente lântico.

Nos pontos de 1 a 5 foram comparados os dados levantados por Santana (2017) para o mesmo período de análise (período de seca). Ainda, foram adicionados novos pontos de observação (A, B, C e D) ao considerar as intervenções no canal fluvial, e as variáveis hidrodinâmicas (largura e profundidade). Os dados coletados foram sistematizados, quantificados e interpretados com sua representação em tabela e figuras.

Resultados e discussões

A cidade de Cáceres iniciou sua colonização a partir da margem esquerda do rio Paraguai. A primeira vila assentada conforme as ordens do governador Luiz de Albuquerque em 1778 foi Villa Maria do Paraguay. Um dos objetivos principais em instalar um registro de controle no rio Paraguai era para fortalecer um ponto estratégico para de defesa (FERREIRA e SILVA, 2008).

Os autores supracitados anteriormente ainda reforçam que “a Lei nº. 3, de 30 de maio de 1874, alterou a denominação de Villa Maria para São Luiz de Cáceres, e elevou o título de vila para cidade”. E o decreto-Lei nº.208, de 26 de outubro de 1938, alterou a denominação do município de São Luiz de Cáceres para, simplesmente, Cáceres” (FERREIRA e SILVA, 2008, p. 47).

O meio urbano de Cáceres-MT é cortado por córregos quevem a desaguar no rio Paraguai e que por sua vez, pode ser usado pela população para diversas finalidades. Os córregos urbanos têm grande importância, pois podem abastecer a população de uma cidade inteira, atendendo boa parte de suas necessidades básicas.

Os impactos ambientais ocorridos em córregos devem-se principalmente ao crescimento populacional e a urbanização, onde as pessoas têm construído suas residências próximas as suas margens, causando sérios problemas ambientais, exemplo é a poluição desses mananciais. Neste caso, a cidade de Cáceres-MT que possui vários córregos em seu perímetro, também vivencia os mais variados impactos ocasionados pela urbanização ao seu entorno, acarretando o desequilíbrio ambiental desses recursos naturais. A falta de planejamento interfere diretamente na funcionalidade natural.

A população urbana de Cáceres, assim, como as demais urbes ampliou-se com o passar dos anos, especialmente após a Revolução industrial. Com o crescimento desordenado da população, muitos buscaram na cidade outros meios de sobrevivência, por isso ocuparam e devastaram áreas de modo descontrolado, interferindo nos mananciais que compõem o espaço urbano sem se preocupar com o mal que causavam e ainda causam a si mesmos e aos demais.

Neste contexto, Cruz e Souza (2016, p. 112) ressaltam que:

A cidade de Cáceres tem como marco de seu desenvolvimento urbano um desdobramento sócio- histórico-espacial dinâmico e complexo, que permeia o processo de crescimento urbano da cidade e suas implicações na drenagem urbana, podendo ser compreendida a partir de quatro períodos distintos (CRUZ e SOUZA, 2016, p. 112).

Assim, os autores ainda ponderam que:

No contexto do “desenvolvimento urbano” da cidade de Cáceres, onde os canais e/ou córregos urbanos, começando pelo Córrego Sangradouro, serviram como referência ao processo de uso/ocupação do solo e contribuíram ao processo de impactos socioambientais no contexto do crescimento desordenado do espaço urbano (CRUZ e SOUZA, 2016, p. 118).

Pontos observados

No primeiro ponto observado a área corresponde a um espaço rural/urbano, com a presença de chácaras, com vegetação secundária. No canal existe a presença de macrófitas aquáticas, espécies que desenvolvem em brejos (Figura 2).

Figura 2- Córrego Sangradouro no espaço rural/urbano



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

De acordo com Paiva et al. (2015, p. 54) pesquisando essa área aponta que:

A vegetação rasteira no espaço investigado é constituída por vegetação gramínea com presença de arbustos, distantes uns dos outros, encontrada na área rural ocupando locais que foram desmatados e na área urbana na borda do córrego Sangradouro, muito próximo à água (PAIVA et al., 2015, p.54).

Neste local a jusante, há indícios de queimadas e resíduos sólidos como: plástico, vidros, restos de construção civil (entulhos). Encontra-se no local uma vegetação nativa como embaúba e lixeira. Identificou-se ainda o capim brachiaria, pois há a criação de gado na localidade como atividade econômica.

A destinação adequada do lixo corresponde a um desafio às práticas sustentáveis, provocando cada vez mais o meio acadêmico e os setores organizados da sociedade em busca de soluções ambientalmente corretas. Para tal, o Brasil conta com legislação específica que organiza e ordena as práticas relacionadas à gestão dos resíduos sólidos. De acordo com a lei 12.305 de 2010, nos seus artigos 3º; 9º e 47º:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

- acordo setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;
- área contaminada: local onde há contaminação causada pela disposição, regular ou irregular, de quaisquer substâncias ou resíduos;
- área órfã contaminada: área contaminada cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis;
- ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;
- coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;
- controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de

formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos;

- destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Deve-se observar a seguinte ordem de prioridade na ação: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada, sendo essa distribuição ordenada em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Ainda segundo a lei, são proibidas a destinação ou disposição final de resíduos sólidos em praias, mar ou em quaisquer corpos hídricos; lançamento in natura a céu aberto excetuados os resíduos de mineração; queimam a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade (BRASIL, 2010).

A falta de saneamento básico contribui com ocorrência endêmica de moléstias como: as diarreias, doença de chagas, hanseníase, hepatite, dengue, meningite, malária, febre maculosa e hantavírus. Além disso, verifica-se o aparecimento de animais vetores desses e outros males, tais como ratos e baratas e até espécies peçonhentas como escorpiões e cobras (PEREIRA et al., 2011).

Na questão geomorfológica no primeiro ponto, as ações antrópicas revolveram o material, alterando as margens, dando início a um processo erosivo, iniciado muitas vezes para abertura de estrada, nesse caso sem asfalto.

No segundo ponto, realizaram obras de engenharia como ponte de concreto, manilhamento para o escoamento da água no período de cheia e a remobilização das margens. Na calha, algumas macrófitas aquáticas. Não registrou Áreas de Preservação Permanente (APPs). No entanto, constatou que na margem direita um sistema de revegetação (Figura 3).

Figura 3- Manilhamento e revegetação no córrego Sangradouro



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

Considera que os moradores no entorno estão utilizando da morfologia para desenvolverem atividades voltadas para o comércio e residências urbanas. E de encontro com o uso foram registrados resíduos sólidos domiciliares e de construção civil. Nesse ínterim, deve-se ressaltar que os resíduos orgânicos deparados contribuem como produtores de dengue.

O terceiro ponto localiza-se a parte central da cidade de Cáceres. Devido o fluxo de pessoas, comércios e residências algumas mudanças foram realizadas no entorno do córrego Sangradouro. Construíram uma ponte de concreto com três manilhas. A água no canal não tem velocidade, logo o ambiente é considerado lântico nesse período de estiagem. Nesse local registrou uma quantidade considerada de macrófitas aquáticas. Quando essas plantas se desenvolvem incontrolavelmente é considerado um processo de eutrofização da água, reprodução que está ocorrendo nesse ponto (Figura 4).

Figura 4- Processo de eutrofização da água no córrego Sangradouro



Segundo Botelho (2011, p. 90) “o Índice do Estado Trófico (IET) classifica os corpos d’água em diferentes níveis de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito no crescimento excessivo das algas ou aumento de infestação da macrófitas aquáticas”. Assim, a taxa elevada do IET contribui com o desenvolvimento de algas e a mortandade de peixes.

É interessante ressaltar que mesmo em se tratar da área central, foi registrada a presença de animais silvestres como a capivara, típico do Pantanal mato-grossense.

Neste ponto do canal, a presença de muitas residências e comércio no entorno. Mesmo na parte central foi registrados resíduos domésticos e orgânicos as margens e entulhos de construções. Evidenciou também as irregularidades das construções as margens do canal, onde um comércio está apenas 7 m da margem, não respeitando a legislação das APPs que considera que:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas (BRASIL, 2012, p. 5-6).

A jusante do terceiro ponto registrou a presença de resíduos sólidos, de uso doméstico, rochas no canal e macrófitas aquáticas, provavelmente oriundas de outro lugar e foram adicionadas no canal (Figura 5). Na observação verificou a canalização de fossa doméstica instalada nas margens com os despejos dos efluentes diretos no canal.

Figura 5- Resíduos sólidos nas margens do córrego Sangradouro



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

O quarto ponto está sendo ocupado por residências e comércios, modificando a paisagem natural para artificial urbana. Uma das intervenções antrópicas foi a obra de engenharia com a construção da ponte de concreto em sistema de galeria, o qual foi observado erosão em sua base. Esse modelo galeria foi adotado principalmente para escoar a água nos períodos de cheia. O canal registrou um filete de água com presença de vegetação aquática (Figura 6).

Figura 6- Ponte de concreto no córrego Sangradouro



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

Neste local na margem direita registrou vegetação nativa, secundária e frutífera (manga), tem a ligação de um cano que possivelmente é um sistema de abastecimento de água para os moradores do bairro. Enquanto na margem esquerda não possui vegetação.

A jusante do ponto evidenciou a remobilização da margem, aprofundamento do talvegue. Muitos resíduos sólidos, orgânicos, ponto de descarte de lixo doméstico, os próprios moradores colocaram um cesto de lixo no local.

O quinto ponto localiza-se na parte central da cidade, com concentração de órgãos administrativos, comércios e poucas residências no entorno. Fisiograficamente a montante o talvegue foi aprofundado, as margens remobilizadas. Foi construída uma ponte de concreto com cinco manilhas (Figura 7).

Figura 7- Córrego Sangradouro na parte central na cidade de Cáceres



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

É um ambiente lântico, com presença de erosão das margens. Deve-se

ressaltar que existe poucas espécies nativas no local, e uma tentativa de reposição paisagística. Foram registrados resíduos sólidos e material orgânico. A jusante cerca de 1 km o canal foi canalizado e fechado até desaguar no rio Paraguai.

O sexto ponto é a foz do córrego Sangradouro com o rio Paraguai. No seu exutório o córrego possui macrófitas aquáticas. No entorno a área é ocupada para lazer, comércio e turismo. Registra ainda galeria das águas pluviais (Figura 8).

Figura 8- Confluência com o rio Paraguai



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

Próximo à área ocorre a descida de barcos, pois o rio Paraguai recebe turista de todos os lugares do mundo. Nessa área foram observados a existência de resíduos orgânicos de limpeza pública e doméstica, foi encontrada muitas garrafas pets e vidros tanto na margem quanto dentro do canal.

Análise comparativa das variáveis hidrodinâmicas

Pode-se verificar as mudanças na fisiografia do córrego nos anos de 2016 e 2021, principalmente a variável largura. Ambos os campos foram realizados no mês de setembro. Em 2016 pode-se averiguar que o ponto dois e quatro a diferença da largura foi considerável (Tabela 1).

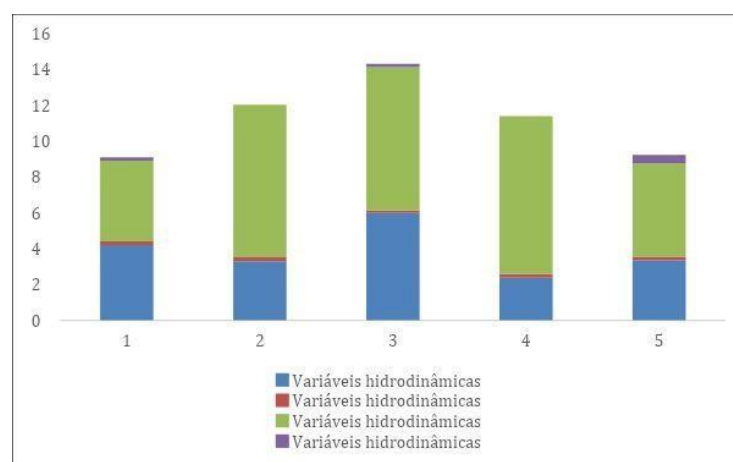
Tabela 1. Dados comparativos das Variáveis hidrodinâmicas do córrego Sangradouro do ano de 2015 e 2021 no período de estiagem

| Pontos | Variáveis hidrodinâmicas | | | |
|--------|--------------------------|------------------------|-------------|------------------------|
| | 2016 | | 2021 | |
| | Largura (m) | Profundidade Média (m) | Largura (m) | Profundidade Média (m) |
| 1 | 4,20 | 0,20 | 4,5 | 0,18 |
| 2 | 3,30 | 0,21 | 8,50 | --- |
| 3 | 5,98 | 0,14 | 8 | 0,18 |
| 4 | 2,38 | 0,20 | 8,80 | --- |
| 5 | 3,35 | 0,20 | 5,20 | 0,47 |

(---) Não foi possível realizar a medição. Dados de 2016 extraídos do trabalho de Santana (2017)

No primeiro e quinto ponto houve uma pequena variação entre a largura e profundidade nos anos pesquisados. Enquanto os demais possuem uma diferença considerada, exemplo o quarto ponto que registrou 6,42 m (Figura 9). Nesse caso, mensurou o leito de vazante. Um dos motivos que podem justificar a água parada é o lançamento de esgoto direto no canal e o uso no entorno está contribuindo com o alargamento do leito, assoreando. Ressalta-se ainda que esses tipos de ações antropogênicas estão alterando as margens e provocando os processos erosivos.

Figura 9- Dados comparativos das Variáveis hidrodinâmicas do córrego Sangradouro do ano de 2015 e 2021 no período de estiagem



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

Nesse contexto, Santana (2017, p. 76) pontua que no córrego Sangradouro:

As intervenções nos canais ocorreram de acordo com as necessidades geradas pelo crescimento populacional e influenciadas por políticas desenvolvimentista, no Plano Diretor de 1995 foi relatado que até a década de 70 houve um crescimento ordenado, porém, a partir desse período obteve uma forma desordenada em função da intensa imigração. As necessidades e consequências geradas por esse processo impulsionaram as obras nos canais, como a canalização (SANTANA, 2017, p. 76).

Pontos adicionais

O ponto (A) a montante localizado próximo a cerâmica. O córrego Sangradouro nesse ponto não registrou água em seu curso. No entanto, pode-se observar vegetação aquática, o que pode significar que o lençol freático pode estar próximo a superfície. Dentre as espécies vegetacionais registradas são: Jatobá (*Himenaia Caurbarll L.*), Lixeira (*Curatella americana L.*) e Assa-Peixe (*Vernonia scabra*).

De ordem fisiográfica houve mudanças nas margens, com a remobilização.

Observou que área está sendo destinada para pastagem, com vegetação remanescente. São áreas rural/urbana com presença de chácaras e com maior concentração de casas, nos dois lados das margens. Registrando ainda a presença de resíduos sólidos como: plásticos, vidros e construção civil.

Notou-se a jusante abertura de canais artificiais, associando a essa interferência e considerando a declividade do terreno, esses fatores contribuem com o aumento da carga sedimentar transportado e depositado no canal.

Nas variáveis hidrodinâmicas mensurou nos pontos observados a largura entre 5 a 14 m e 0,23 e 0,35 m profundidade média (Tabela 2).

| Tabela 2. Quantificação das variáveis hidrodinâmicas no córrego Sangradouro no ano de 2021 Pontos | | Variáveis hidrodinâmica | |
|--|----------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | Largura (m) | Profundidade Média (m) |
| A | Montante | 5,00 | --- |
| | Jusante | 7,00 | --- |
| B | Montante | 5,10 | --- |
| | Jusante | 11,70 | --- |
| C | Montante | 13,60 | 0,23 |
| | Jusante | 14 | 0,35 |

No ponto (B) a paisagem está passando pela transição urbano/rural, com tensão mais voltada para geomorfologia urbana, com construções de residências, modificando o ambiente fluvial do córrego Sangradouro. Nesse sentido, registrou maior quantidade de resíduos sólidos doméstico.

Nesse local construíram um muro de gabião com manilhamento. A montante o canal encontra-se sem água. No sentido a jusante, registrou algumas vegetações no canal, esse fator se justifica devido o lançamento de esgoto e resíduos sólidos no leito. Fisiograficamente o leito foi aprofundado e as margens remobilizadas, consequentemente influencia no assoreamento dos sedimentos transportados (Figura 10)

Figura 10- Muro de Gabião, resíduos sólidos e esgoto no leito do córrego Sangradouro



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

Nesse contexto, Carlino (2023) ressalta que o córrego da Saúde na cidade de Jauru também passou por mudanças significativas de ordem física com a canalização e a construção de muro de Gabião nas margens do córrego. No centro da cidade o autor afirma que as mudanças foram mais drásticas com a construção de casas, comércio, asfalto dificultando a impermeabilização da área e aumentando o escoamento superficial nas vertentes.

No ponto (C) a margem esquerda está totalmente ocupada por residências, lançando efluente (esgoto doméstico), o que está permitindo a presença de algumas plantas aquáticas no leito. Os moradores canalizaram suas fossas diretamente para o canal, o que está contribuindo o odor forte no local.

Nesse ponto, a população é extremamente carente, a falta de saneamento básico compromete a saúde das pessoas, considerada áreas de risco. A ausência ou a ineficiência no serviço de esgotamento sanitário pode acarretar sérios riscos à saúde, contribuindo assim para o aumento da ocorrência dos mais variados males, e como consequência, afetando negativamente sobre o tempo produtivo das pessoas, causando, por fim, despesas com hospitalizações e 25 medicamentos, além de propiciar a proliferação de vetores ou de insetos indesejáveis (BAY; SILVA, 2011). No ponto (C) ainda registrou animais domésticos e vegetação frutíferas como caju e manga e a permacultura. Com a ocupação da margem esquerda, os moradores não respeitam a legislação e nem o poder público propõe alguma ação para resolver este problema. A margem direita evidencia a remobilização das margens e construção de passarela de madeira para passagem de pessoas (Figura 11).

Figura 11- Passarela sobre o córrego Sangradouro



Fonte: Acervo de pesquisa de Campos, W. C. (2021).

No ponto (C) localiza-se em uma área urbana em meio a residência e comércio. Obras de engenharia foram realizadas para encontrar-se próximo a parte central da cidade. Construíram ponte de concreto com seis manilhas para melhorar a vazão no período chuvoso. Na margem direita encontra-se árvores frutíferas (seringueira, goiaba, manga, limão, caju e acerola) e permacultura.

A montante existe também o sistema de escoamento de águas das vias paralelas, remobilização e erosão das margens. Evidenciou encanamentos de água para abastecer as residências e os comércios. Existe no canal a presença de resíduos orgânicos e domiciliares.

A jusante registrou projetos de revegetação da margem direita, vegetação no canal, erosão das margens causado aparentemente pela remobilização da via, e a existência de resíduos domésticos.

Entende-se por meio ambiente, “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981). Ainda de acordo com legislação brasileira, conforme dispõe a Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225 “Todos têm 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 aos presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

Considerações finais

Pode-se observar que estão ocorrendo alterações no córrego Sangradouro devido as ações humanas. Essas pressões como as construções residenciais e comerciais estão modificando a dinâmica natural dessa unidade de análise.

As construções de casas e comércio influenciaram nas mudanças de ordem fisiográfica do córrego Sangradouro. Em alguns locais, não respeitaram o limite da ocupação das Áreas de Preservação Permanente.

Também pela quantidade de lixo lançados dentro do canal contribuem com proliferação de insetos e doenças, associados ao lançamento de efluentes domésticos ao longo de todo o perfil longitudinal.

Pondera-se que o poder público precisa efetivar ações de recuperação do córrego Sangradouro, tendo em vista que o mesmo é um dos principais canais fluviais afluentes do rio Paraguai, em Cáceres – Mato Grosso. Isso porque sua foz encontra-se à montante do ponto de captação de água para abastecimento da cidade.

Logo, torna-se fundamental a recuperação dos canais urbanizados, em Cáceres, a partir da integração dos sistemas de saneamento básico (coleta, tratamento de efluentes) do meio ambiente (recomposição da mata ciliar, conforme previsto no Código Florestal Brasileiro) e de gestão de recursos hídricos (instrumentos de gestão em consonância com o Plan Diretor).

Referências

AYACH, L. R. et al. **Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos**. Caderno de Geografia, São Paulo, v. 22, n.37, p. 47–64, 2012.

BAY, A. M. C.; SILVA, V. P. Percepção ambiental de moradores do bairro de liberdade de Parnamirim/RN sobre esgotamento sanitário. **Holos**, Rio Claro, v. 3, n. 27, p. 97–112, jun. 2011.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T (org). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 71-110.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 ago. 2010.

CARLINO, P. P. **Sub-bacia hidrográfica do córrego da Saúde: canal fluvial urbanizado, fisiografia e Hidrossedimentologia em Jauru – Mato Grosso**. 2023, 101 fls. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso, 2023.

CRUZ, J. S.; SOUZA, C. A. A questão urbana na bacia do Alto Paraguai: desenvolvimento urbano e suas implicações nos canais de drenagem em Cáceres/MT (Períodos de 1945 a 2013). **Bol.geogr.**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 111-128, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/22360>. Acesso em: 24 de novembro de 2021.

FERREIRA, J. C. V.; SILVA, J. M. **Cidades de Mato Grosso: origem e significado de seus nomes**. Cuiabá: Memória Brasileira, 2008.

LESSA FILHO, I. **Educação ambiental e reciclagem**. São Paulo: Fundamento Social, 2005.

MENEZES FILHO, F. C. M.; AMARAL, D. B. Histórico da expansão urbana e ocorrência de inundações na cidade de Cuiabá-MT. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 26 (1): 159-170, jan/abr/2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/sn/a/5mJjMVzvyRJYnxXwXjk9JJy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 de novembro de 2021.

OLIVEIRA-JUNIOR, E. S.; BÜHLER, B. F.; MUNIZ, C. C.;

FURLAN, A. O. Córregos urbanos do município de Cáceres-MT, Brasil: um olhar para a conservação. **REGET**. V. 17. N. 17 Dez, 2013. P. 3268-3274.

Disponível em: DOI:10.5902/2236117010431. Acesso em: 24 de novembro de 2021.

PAIVA, S. L. P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.;

MIRANDA, M. R. S. ações antrópicas na área de preservação permanente do córrego Sangradouro em Cáceres/MT, e suas implicações nos aspectos físico-químico da água. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 16, n. 56 Dez/2015 p. 49-61. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/RCG165628543>. Acesso em: 23 de março de 2022.

SANTANA, M. F. **Alterações nos canais urbanos da bacia hidrográfica do córrego Sangradouro, no município de Cáceres-Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres, 2017.

SANTANA, M. F.; CUNHA, S. B. Intervenções em canais urbanos e suas repercussões: bacia hidrográfica do córrego Sangradouro, Cáceres – Mato Grosso. **Revista Geografar**, Curitiba, v.14, n.2, p.210-225, jul. a dez./2019.

SANTANA, M. F.; SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Processo de urbanização da bacia do Sangradouro Cáceres, Mato Grosso. **Revista Equador**. Vol. 7, Nº 1, 2018, p 20 – 33. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>. Acesso em: 03 de novembro de 2021.

ORGANIZADOR DA OBRA

Flávio Rodrigues do Nascimento.

Coordenador Geral de Ações Transversais do Departamento de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas da Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais e Desenvolvimento Rural Sustentável (SNPCT) SNPCT-Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima/MMA.

Prof. Titular da UFC e dos Programas de Pós-Graduação em Geografia da UFC, UFF e REDE PRODEMA-UFC

E-mail: flavio.nascimento@mma.gov.br

LISTA DE AUTORES

Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior

Doutor em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Professor do curso de Geografia do Instituto de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima.

E-mail: aj_geo@hotmail.com

Bárbara Elis Nascimento Silva

Mestre e doutoranda em geografia pelo Programa Mestrado e Doutorado em Geografia - PPGG da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR.

E-mail: Barbara.elis17@hotmail.com

Carlos Alexandre Leão Bordalo

Professor da Faculdade de Geografia e Cartografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia do IFCH/UFPA e Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Pará

Email: carlosalbordalo@gmail.com

Carlos Eduardo Pereira Tamasauskas

Geógrafo do Sistema de Proteção da Amazônia – Centro Regional (SIPAM – Belém).

E-mail: carlos.tamasauskas@sipam.com.gov.br

Célia Alves de Souza

Pesquisadora bolsista do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional – PDCTR/Maranhão.
Professora dos Programas de Pós-Graduação em Geografia e Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT)
E-mail: celiaalves@unemat.br

Érika Renata Pacheco Farias

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPA)
E-mail: erikarpfarias@gmail.com

Flávio Rodrigues do Nascimento

Coordenador Geral de Ações Transversais do Departamento de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas da Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais e Desenvolvimento Rural Sustentável (SNPCT) SNPCT-Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima/MMA.

E-mail: flavio.nascimento@mma.gov.br

Gilberto de Miranda Rocha

Professor Titular da Universidade Federal do Pará. Diretor Geral do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA UFPA)
E-mail: gilrocha@ufpa.br

Gustavo Roberto dos Santos Leandro

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP.
Professor Adjunto do curso de Geografia, Faculdade de Ciências Humanas - FCH, da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD.
E-mail: gustavoleandro@ufgd.edu.br

Hemili Vitoria do Carmo Pimentel

Bacharel em Geografia e Gestão Ambiental, mestranda em geografia pelo Programa Mestrado e Doutorado em Geografia - PPGG da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR.
E-mail: vivi-fame@hotmail.com

João Victor Silvestre da Silva Dias

Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal de Roraima.
E-mail: jvsilvestre99@gmail.com

Jose Antonio Herrera

Doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente pelo Instituto de Economia da UNICAMP. Coordenador do Laboratório de Estudos das Dinâmicas Territoriais na Amazônia - LEDTAM/UFPA. Professor Associado II da Universidade Federal do Pará, vinculado a Faculdade de Geografia e ao Programa de Pós-graduação em Geografia – PPGeo- IFCH-UFPA.

E-mail: *herrera@ufpa.br*

Josiel Dorriguette de Oliveira

Graduado em Licenciatura Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso. Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso. Professor de Geografia na Rede Pública Estadual e Municipal na Secretaria de Estado de Educação do Estado do Mato Grosso.

Juberto Babilonia Sousa

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso, Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa e Doutorado em Geografia, pela Universidade Federal Fluminense. Professor Efetivo do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal, Ciência e Tecnologia - Campus Cáceres/MT. Professor permanente do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso.

Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos. Professora do Curso de Geografia e do Programa de Pós- Graduação em Geografia em Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso.
E-mail: *leilaandrade@unemat.br*

Lucas de Oliveira Lima

Engenheiro agrônomo pela Faculdade de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Pará – Campus de Altamira. Pesquisador do Laboratório de Estudos das Dinâmicas Territoriais na Amazônia - LEDTAM/UFPA.

E-mail: *lucasscofield99@gmail.com*

Maria Madalena de Aguiar Cavalcante

Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Paraná. Líder do Grupo de Pesquisa em Geografia e Ordenamento do Território na Amazônia - GOT- Amazônia. Professora do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR.

E-mail: *mada.geoplan@gmail.com*

Mayk Feitosa Santos

Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Roraima.

E-mail: *kingmayk@hotmail.com*

Walber Lopes de Abreu

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPA)

E-mail: *walberlopesabreu@gmail.com*

Wellington Caetano de Campos

Graduado em Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso.

E-mail: *Wellington.unemat2019@gmail.com*

Sandra Baptista Cunha

Doutorado na Universidade de Lisboa e Pós-Doutorado em Londres (Queen Mary and Westfield College). Professora concursada da UFF, Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação desde 2002.

E-mail: *sandrabcunha@openlink.com.br*