



Poder Executivo
Ministério da Educação – MEC
Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Centro de Ciências do Ambiente – CCA
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e
Sustentabilidade na Amazônia – PPGCASA

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM ÁREAS DE VÁRZEA:
TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM PELA PERDA DE
FLORESTA NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Vinícius Verona Carvalho Gonçalves

Manaus – AM

2024



**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM ÁREAS DE VÁRZEA:
TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM PELA PERDA DE FLORESTA
NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Vinícius Verona Carvalho Goncalves

Orientadora: Prof. Dra. Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, como requisito para obtenção do título de doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

Área de concentração: Ciências do Ambiente e Sustentabilidade
Linha de pesquisa – Dinâmicas Socioambientais

Manaus – AM

2024

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G635i Gonçalves, Vinicius Verona Carvalho
Impactos socioambientais em áreas de várzea : transformações na paisagem pela perda de floresta na Amazônia Central / Vinicius Verona Carvalho Gonçalves . 2024
115 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Therezinha de Jesus Pinto Fraxe
Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Sensoriamento remoto. 2. Uso da terra. 3. Mudanças climáticas. 4. Populações ribeirinhas. 5. Hidrologia. I. Fraxe, Therezinha de Jesus Pinto. II. Universidade Federal do Amazonas
III. Título

“Permanecendo firme no querer, chega-se ao poder.”

Mestre José Gabriel da Costa

Dedico este trabalho a meu pai Paulo Cesar Carvalho Gonçalves, minha mãe Rita de Cassia Verona, e minha irmã Ludmilla Verona Carvalho Gonçalves por todo apoio, dedicação e amor incondicional.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Jesus, meu guia e meu farol.

A minha Mãe Santíssima, Virgem Maria, por estar sempre iluminando meus passos e me dando forças para seguir sempre para frente e para o alto.

A minha orientadora Therezinha de Jesus Pinto Fraxe, por me aceitar como seu aluno e realizar junto comigo este sonho. Sua orientação, paciência, e acima de tudo amor pela Amazônia e povos que nela habitam nos motiva a continuar sempre trabalhando em prol do bem viver e da sustentabilidade.

Aos amigos Jaisson Oka, Monica Suani, Patrick Rodrigues, Gislany Sena pela convivência diária, apoio e amizade. A Maria Angélica Almeida pelo incentivo, apoio e dedicação, gratidão por todo o auxílio para que este sonho se concretizasse.

Ao Núcleo de Socioeconomia – NUSEC na pessoa da professora Jozane Santiago

A todos os amigos do Instituto Acariquara, na pessoa do amigo Ademar Roberto Vasconcelos, organização da qual tenho a honra de fazer parte. Aos moradores da comunidade Nossa Senhora das Graças em Manacapuru, por colaborarem com este trabalho fornecendo informações necessárias. A Coordenação e Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia (PPGCASA) na pessoa do amigo Carlos Augusto da Silva por não medir esforços em me auxiliar quando necessário.

A minha querida Universidade Federal do Amazonas (UFAM) por possibilitar realizar este sonho, instituição que tenho um profundo zelo e gratidão. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

A minha namorada Laisla Souza que se tornou a melhor surpresa nesta senda do doutorado, gratidão pelo auxílio, companheirismo e carinho.

A pessoas especiais na minha vida como meu Tio Paulo Verona e minha Tia Sonia Verona, que sempre estiveram ao meu lado

E por fim, e maior importante, aos meus pais Paulo César Carvalho Gonçalves e minha mãe Rita de Cássia Verona, por me ensinarem constantemente o valor da vida, dos estudos e da retidão, gratidão por todo o amor que recebo constantemente. A minha irmã Ludmilla Verona Gonçalves, por me apresentar a Amazonia e dar início a este sonho, há muitos anos, e permitir que ele se realizasse. Sem minha família, jamais teria conseguido.

A todas as pessoas que encontrei durante esta trajetória, sou grato, contribuíram direta ou indiretamente para que este momento se concretizasse, minha eterna gratidão.

Meus sinceros votos de Luz, Paz e Amor.

RESUMO

A Amazônia é reconhecida mundialmente por sua vasta biodiversidade e pela complexidade de seus ecossistemas, desempenhando um papel crucial na regulação do clima global e na conservação da biodiversidade. Dentro dessa vasta região, as áreas alagáveis, especialmente as várzeas, destacam-se por sua produtividade e dinâmica ecológica. As várzeas são planícies de inundação influenciadas por rios de águas brancas, ricos em sedimentos, como o Amazonas, Solimões e Madeira, que periodicamente alagam e depositam matéria orgânica e nutrientes, promovendo a fertilidade dos solos e a riqueza biológica. Historicamente, essas áreas atraíram a ocupação humana devido à abundância de recursos naturais, sendo fundamentais para a subsistência das populações ribeirinhas e para o desenvolvimento econômico regional. No entanto, o avanço da modernidade e o aumento da pressão antrópica, como desmatamento, agropecuária e construção de barragens, têm provocado significativas alterações na paisagem de várzea e nos modos de vida das populações locais. A perda de florestas de várzea não apenas ameaça a biodiversidade, mas também compromete a resiliência dos ecossistemas e os serviços ambientais essenciais, como a pesca e a agricultura. Neste contexto, esta tese teve como objetivo central analisar as transformações na paisagem das várzeas da Amazônia Central ao longo das últimas décadas e os impactos socioambientais resultantes, focando na relação entre as alterações ambientais e a percepção das comunidades ribeirinhas. Para compreender a transformação no uso dos recursos naturais em áreas de várzea, foi realizada uma pesquisa documental e bibliográfica sobre a exploração histórica dos recursos pesqueiros. Os resultados indicaram que o uso intensivo e a chegada dos europeus levaram à sobre-exploração de recursos como o pirarucu e o peixe-boi, contribuindo para o declínio dessas espécies. Na revisão sistemática de literatura realizada para identificar e descrever os impactos da remoção da floresta de várzea, utilizaram-se bases de dados como Science Direct e Scopus, identificando-se impactos como alterações no ciclo hidrológico, aumento da concentração de sedimentos, desmatamento e construção de barragens, esses impactos afetam tanto os ecossistemas quanto as populações ribeirinhas. Na caracterização da paisagem de várzea, foram usados dados geográficos e imagens de satélite para analisar as formações geomorfológicas e a variação do nível dos rios na área de estudo. A caracterização revelou mudanças significativas na estrutura da paisagem, com implicações diretas na dinâmica ecológica da região. Para mapear e quantificar as transformações na paisagem ao longo de 20 anos e correlacioná-las ao índice ENSO, foram utilizados dados de sensoriamento remoto, como imagens de satélite. A análise de correlação demonstrou que eventos climáticos, como o El Niño, estão associados ao aumento de queimadas e desmatamento na região. A percepção das mudanças na paisagem pelas populações ribeirinhas foi captada através de formulários estruturados e da escala Likert, indicando que as comunidades percebem claramente as alterações na paisagem, corroborando as evidências científicas sobre a degradação das florestas de várzea. Esses resultados destacam a importância crítica das áreas de várzea na Amazônia e a necessidade urgente de ações coordenadas para sua conservação e manejo sustentável. É imperativo adotar medidas coordenadas para conservar e manejar sustentavelmente as florestas de várzea da Amazônia. Isso inclui ações para combater o desmatamento, restaurações ecológicas, promoção de práticas agrícolas sustentáveis e de baixo carbono e envolver as comunidades locais na gestão dos recursos naturais.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Uso da Terra, Mudanças Climáticas, Populações Ribeirinhas, Hidrologia

ABSTRACT

The Amazon is globally renowned for its vast biodiversity and complex ecosystems, playing a pivotal role in regulating the global climate and preserving biodiversity. Within this immense region, the floodplains, particularly the *várzeas*, are notable for their ecological productivity and dynamic processes. *Várzeas* are floodplains shaped by sediment-rich whitewater rivers like the Amazon, Solimões, and Madeira, which periodically flood and deposit organic matter and nutrients, enriching the soil and boosting biological diversity. Historically, these areas have attracted human settlements due to their abundant natural resources, serving as crucial zones for the subsistence of riverine populations and regional economic development. However, with the advance of modernity and increasing anthropogenic pressures—such as deforestation, agriculture, and dam construction—the *várzea* landscape and the livelihoods of local populations have undergone significant changes. The loss of *várzea* forests not only threatens biodiversity but also weakens ecosystem resilience and essential environmental services, including fisheries and agriculture. In this context, the central objective of this thesis was to analyze the transformations in the landscape of the Central Amazon *várzeas* over recent decades and the resulting socio-environmental impacts, focusing on the relationship between environmental changes and the perceptions of riverine communities. To understand the transformation in the use of natural resources in *várzea* areas, a documentary and bibliographic study was conducted on the historical exploitation of fishery resources. The findings indicated that intensive use and the arrival of Europeans led to the overexploitation of resources such as *pirarucu* and manatee, contributing to the decline of these species. A systematic literature review was carried out to identify and describe the impacts of *várzea* forest removal, utilizing databases such as Science Direct and Scopus. The review identified impacts including changes in the hydrological cycle, increased sediment concentration, deforestation, and dam construction, all of which affect both ecosystems and riverine populations. Geographic data and satellite imagery were used to characterize the *várzea* landscape, analyzing geomorphological formations and river level variations within the study area. This characterization revealed significant changes in landscape structure, with direct implications for the region's ecological dynamics. Remote sensing data, including satellite images, were employed to map and quantify landscape transformations over 20 years, correlating these changes with the ENSO index. The correlation analysis demonstrated that climatic events like El Niño are associated with increased wildfires and deforestation in the region. The perceptions of landscape changes among riverine populations were captured through structured questionnaires and the Likert scale, showing that communities clearly perceive the alterations in the landscape, corroborating scientific evidence of *várzea* forest degradation. These findings underscore the critical importance of the Amazon *várzea* areas and the urgent need for coordinated actions for their conservation and sustainable management. It is essential to adopt comprehensive measures to conserve and sustainably manage the Amazon's *várzea* forests. This includes actions to combat deforestation, promote ecological restoration, encourage sustainable and low-carbon agricultural practices, and actively involve local communities in the management of natural resources.

Keywords: Remote Sensing, Land Use, Climate Change, Riverine Populations, Hydrology

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Área de estudo considerada na revisão sistemática.	36
Figura 02: Nuvem de palavras com os termos mais frequentes nos resumos dos artigos.	39
Figura 03: Evolução no número de publicações ao longo do tempo.....	40
Figura 04: Mapa de localização das áreas de estudo dos artigos de revisão.	41
Figura 05: Localização da área de estudo.....	52
Figura 06: Classes temáticas da área de estudo, seguindo a classificação ESRI 2020 em hectares.	53
Figura 07: Mapa com as classes temáticas da área de estudo.	54
Figura 08: Modelo Digital de Elevação.....	55
Figura 09: Mapa com as classes de transição de água.....	56
Figura 10: Mapa geomorfológico da área de estudo.	56
Figura 11: Variação do nível do rio no ano de 2021, dados da estação do porto de Manaus. Fonte: CPRM, 2021.	57
Figura 12: Localização da área de estudo.....	63
Figura 13: Evolução temporal da perda de floresta de várzea por desmatamento e queimadas entre os anos de 2001 e 2022.....	67
Figura 14: Mapa NDVI da área de estudo – a) Mapa NDVI 2000, b) Mapa NDVI 2015, c) Mapa NDVI 2020, d) Mapa NDVI 2022.....	68
Figura 15: Mapa de desmatamento entre os anos de 2001 e 2022.	69
Figura 16: Matriz de correlação das variáveis.....	70
Figura 17: Mapa da área de estudo.....	82
Figura 18: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a sustentabilidade.	84
Figura 19: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a pesca.	86
Figura 20: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e seus impactos.....	86
Figura 21: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e ameaças climáticas.....	87
Figura 22: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a hidrologia.	87
Figura 23: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a moradia e renda.....	88

Figura 24: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a paisagem.	89
Figura 25: Períodos do ano que mais ocorrem desmatamento.	90
Figura 26: Períodos do ano que mais ocorrem queimadas.	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Número de periódicos com mais publicações.	38
Tabela 02: Artigos publicados com respectivos números de citações.....	38
Tabela 3: Principais espécies madeireiras exploradas em áreas de várzea.....	72
Tabela 4: Questões do instrumento de coleta e suas respectivas dimensões.	83
Tabela 5: Profissão dos entrevistados na Comunidade Nossa Senhora das Graças.	84

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CCA	Centro de Ciências do Ambiente
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CRB	Constituição da República do Brasil
CSS	Concentração de Sedimentos em Superfície
ENSO	El Niño-Oscilação Sul
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ESA	European Space Agency
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMAZON	Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
INPE	Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
JERS	Japanese Earth Resources Satellite
MEC	Ministério da Educação
PNAS	Proceedings of the National Academy of Sciences
PPGCASA	Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia
PRODES	Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia
SIPAM	Sistema Integrado de Proteção da Amazônia
UNESCO	Organização para Educação, Ciência e Cultura das Nações Unidas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
HIPÓTESES	17
OBJETIVOS	18
Objetivo Geral.....	18
Objetivos Específicos.....	18
REFERÊNCIAS.....	19
CAPÍTULO 1 Utilização de recursos aquáticos em áreas de várzea na Amazônia e Desenvolvimento Sustentável: Mudanças de paradigma com o advento da modernidade.....	22
1. Introdução	23
2. Metodologia	24
3. Resultados e Discussão	25
Pesca	25
Pesca do Pirarucu	25
Pesca do peixe-boi.....	26
Pesca da tartaruga.....	26
Pesca comercial.....	28
4. Considerações Finais.....	29
Referências.....	30
CAPÍTULO 2 - Evidências dos impactos da perda de floresta em áreas de várzea na Amazônia: uma revisão sistemática.....	33
Introdução	34
Material e Métodos	36
Área de estudo.....	36
Metodologia.....	36
Resultados.....	38
Discussão	41
Mudanças climáticas e dinâmica hidrológica	42
Barragens	43
Desmatamento.....	44
Considerações finais.....	45
Referências.....	46

CAPÍTULO 3 - Caracterização da paisagem de várzea da Amazônia Central	49
Introdução	50
Material e Métodos	51
Área de estudo.....	51
Metodologia.....	53
Resultados e Discussão	53
Considerações Finais.....	58
Referências.....	59
CAPÍTULO 4 - Impactos ocorridos na paisagem de várzea da Amazônia Central e suas relações com o El Niño Oscilação Sul (ENSO).....	61
Introdução	62
Materiais e Métodos.....	63
Área de estudo.....	63
Metodologia.....	64
Coleta de dados.....	64
Índice Oceanic Niño (ONI)	66
Análise da dados.....	66
Resultados.....	67
Discussão	70
Desmatamento.....	71
Queimadas.....	73
El Niño Oscilação Sul (ENOS)	74
Considerações Finais.....	76
Referências.....	76
CAPÍTULO 5 – Percepção das transformações ocorridas na paisagem de várzea e suas relações com os modos de vida na Amazônia Central.....	80
Introdução	81
Material e Métodos	82
Área de estudo.....	82
Manacapuru	82
Metodologia.....	83
Coleta e análise de dados.....	83

Resultados.....	84
Discussão	90
Considerações Finais.....	95
Referências.....	95
CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
ANEXOS	100
Anexo 01 – Instrumento de coleta de dados em campo.....	101

INTRODUÇÃO GERAL

As várzeas são áreas periodicamente inundadas por rios de água branca, e estendem-se por todo o canal principal do rio Amazonas e seus grandes afluentes de água branca como o Madeira, Purus, Juruá e Japurá (Junk et al. 1989; Junk et al. 2012; Junk et al. 2020). Compreendem a planície sedimentar e foram originadas no Holoceno (Markov; Korotavev, 2007), sendo produtos da deposição e remoção de sedimentos transportados pelos rios de água branca desde a sua nascente nas Cordilheiras dos Andes, sendo o processo de deposição de sedimentos que dá origem ao solo de várzea (Sternberg, 1998). Estima-se que as várzeas se estendem ao longo de aproximadamente 200.000 a 300.000 km² na Amazônia (Junk, 1997; Melack; Hess, 2010). Devido à inundação da várzea ocorrer em uma extensa área de planície sedimentar, a várzea é mencionada na literatura pelo nome de planície de inundação "floodplain" ou "planície inundada".

A riqueza de sedimentos transportados pelos rios de água branca nas várzeas proporciona elevada produtividade primária e sustenta grande diversidade vegetal e faunística (Junk et al. 1989). Estas características fazem com que na várzea sejam encontradas as maiores densidades de população rural na Amazônia, além da fácil acessibilidade, riqueza em recursos naturais e solos altamente produtivos (Junk et al. 2000). No entanto, apesar da elevada concentração populacional, não há informações censitárias referentes à população residente exclusivamente em áreas de várzea; porém, quando se considera os municípios sob influência da várzea (onde também há uma parte da população vivendo em terra firme), estima-se que a população se aproxime de 1,1 milhão de habitantes.

As várzeas são responsáveis por oferecer diversos serviços ecossistêmicos para a população rural e urbana, como a captação de água, fornecimento de madeira, caça, pesca, agricultura, extrativismo e boa parte da produção agrícola transportada para os centros urbanos (Petrere et al. 2010; Fraxe et al. 2000; Gonçalves; Freitas, 2020). Estima-se que parte destes serviços ecossistêmicos está atrelada às florestas de várzea, que são uma importante fonte de recursos madeireiros e não madeireiros para grande parte da população rural da Amazônia, além de sustentar uma das pescarias de água doce mais produtivas do mundo (Wittman et al. 2010; Castello et al. 2013; Lobon-Cerviá et al. 2015; Castello et al. 2019).

A alta riqueza e diversidade das várzeas tornaram estas áreas atraentes para ocupações humanas; o longo processo de ocupação, que perdurou antes da chegada dos

portugueses, foi marcado pelo desenvolvimento de uma complexa civilização, com estrutura de cacicados complexos e bem definidos (Witkoski, 2021). Com a chegada dos europeus, a várzea foi o ambiente mais populoso devido às suas condições favoráveis ao desenvolvimento e reprodução social. A facilidade de locomoção por rios e paranás, a diversidade de recursos naturais como peixes e madeira, e a possibilidade de cultivo nos solos férteis da várzea foram características decisivas para o estabelecimento de povoados que mais tarde se tornaram cidades (Harris, 2011). Durante os anos de 1850, deu-se início às plantações de juta nas áreas da várzea da Amazônia, seguidas pelas plantações de cacau; mais recentes, esses cultivos transformaram a paisagem de várzea, substituindo florestas alagadas por cultivos antrópicos (Becker, 2005; Winklerprins, 2006).

No século XX, os impactos sobre as áreas de várzea se intensificaram, a derrubada da floresta para aproveitamento de madeira e a criação de gado são atividades de impacto negativo para as florestas de várzea, com consequências nocivas para o ambiente. Paralelamente, as mudanças climáticas representaram um desafio adicional para as áreas de várzea, exacerbando as pressões já existentes sobre esses ecossistemas. As alterações nos padrões de precipitação e o aumento das temperaturas médias globais têm intensificado eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e inundações mais frequentes e severas, alterando a dinâmica hidrológica das várzeas (IPCC, 2021). Tais mudanças afetam a frequência e a duração das inundações, que são essenciais para a manutenção da biodiversidade e da produtividade desses ambientes (Junk et al., 2013). A redução dos períodos de inundação pode comprometer a produtividade primária das várzeas, afetando diretamente a fauna aquática e as atividades econômicas das comunidades ribeirinhas, como a pesca e a agricultura de subsistência (Langerwisch et al., 2016).

Para compreender as mudanças nestes ambientes e mensurar os impactos nas várzeas ao longo do tempo, foram desenvolvidas metodologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento que permitem quantificar e monitorar a remoção da cobertura florestal de várzea. Nas últimas quatro décadas, o sensoriamento remoto tem sido uma poderosa e importante ferramenta para mapear e avaliar áreas alagadas em todo globo e, por conseguinte, na Amazônia. Recentemente, técnicas como o sensoriamento remoto e modelagem foram utilizadas com êxito nos estudos sobre ecossistemas terrestres e aquáticos, e desmatamento e dinâmica da paisagem de várzea na Amazônia (Hess et al. 2003; Melack; Hess, 2010). Laura Hess et al. (2015) estimaram a extensão e a cobertura vegetal das várzeas de toda a Amazônia, usando mosaicos de duas estações (JERS-1

Mosaics). Estudos de mapeamento das várzeas forneceram importantes informações sobre a extensão das áreas alagáveis em toda a bacia. No entanto, as técnicas e esforços aplicados para a conservação da cobertura arbórea ainda são incipientes devido à grande extensão destas áreas na Amazônia e à dificuldade de mapeamento, resultante da sazonalidade do ambiente de várzea, sendo necessárias observações espaço-temporais sistemáticas (Arnesen, 2013; Melack; Hess, 2010; Castello et al., 2013).

Diante da importância das áreas alagáveis e de suas florestas para a manutenção da vida aquática e das comunidades ribeirinhas, torna-se relevante a realização de estudos que permitam entender o estado atual destes ecossistemas, as principais atividades que ocorrem nesses ambientes, a fim de definir estratégias para conservação e seu manejo sustentável (Barlow et al., 2012; Vatn & Vedeld, 2012; Junk et al., 2010; Melack et al., 2021). Dessa forma, conhecer o atual estado dos ecossistemas de várzea, com o objetivo de definir medidas e estratégias para conservar esses ecossistemas, torna-se fundamental para garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e a manutenção da biodiversidade (Barlow et al., 2012; Junk et al., 2014; Melack et al., 2010). Estratégias como a criação de unidades de conservação e a implementação de políticas públicas que incentivem o uso sustentável dos recursos naturais são essenciais para mitigar os impactos negativos e promover a resiliência desses ecossistemas frente às mudanças globais (Wittmann et al., 2022; Renó et al., 2011; Castello et al., 2013).

HIPÓTESES

As hipóteses a serem testadas neste estudo são:

- Ocorreram alterações em florestas de várzea na Amazônia Central entre os anos de 2001 e 2023
- Existe associação entre as queimadas e o desmatamento nas áreas de várzea.
- Os eventos ENOS estão diretamente associadas as queimadas;

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Compreender a dinâmica das populações ribeirinhas frente aos impactos socioambientais na Amazônia Central

Objetivos Específicos

1. Analisar a transformação no uso dos recursos naturais em áreas de várzea;
2. Revisar de forma sistemática os impactos causados pela perda de floresta de várzea;
3. Caracterizar a paisagem de várzea através bases de dados de imagens de satélite;
4. Mapear os impactos ocorridos na paisagem de várzea na área de estudo no intervalo de 20 anos e sua relação com índices climáticos
5. Identificar a percepção das mudanças na paisagem pelas populações ribeirinhas e seus impactos.

REFERÊNCIAS

ARNESEN, A. S.; SILVA, T. S.; HESS, L. L.; NOVO, E. M.; RUDORFF, C. M.; CHAPMAN, B. D.; MCDONALD, K. C. Monitoring flood extent in the lower Amazon River floodplain using ALOS/PALSAR ScanSAR images. *Remote Sensing of Environment*, v. 130, p. 51–61, 2013.

BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; LEES, A. C.; PARRY, L.; PERES, C. A. How pristine are tropical forests? An ecological perspective on the pre-Columbian human footprint in Amazonia and implications for contemporary conservation. *Biological Conservation*, v. 151, p. 45–49, 2012.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

CASTELLO, L.; HESS, L. L.; THAPA, R.; MCGRATH, D. G.; ARANTES, C. C.; RENÓ, V. F.; ISAAC, V. J. Fishery yields vary with land cover on the Amazon River floodplain. *Fish and Fisheries*, v. 19, p. 431–440, 2018.

CASTELLO, L.; MCGRATH, D. G.; HESS, L. L.; COE, M. T.; LEFEBVRE, P. A.; PETRY, P.; MACEDO, M. N.; RENÓ, V. F.; ARANTES, C. C. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, v. 6, n. 4, p. 217–229, 2013.

FRAXE, T. J. P.; et al. *Ecologia e manejo de recursos naturais em áreas de várzea da Amazônia*. Manaus: EDUA, 2000.

GONÇALVES, V. V. C.; SANTOS-AGUIAR, J.; FREITAS, C. E. C. Seasonal and spatial dynamic of small scale fisheries in Central Amazonia. *Terceira Margem Amazônia*, v. 6, p. 206–223, 2021.

HARRIS, M. The floodplain of the Lower Amazon as a historical place. In: PINEDO-VASQUEZ, M.; RUFFINO, M.; PADOCH, C.; BRONDÍZIO, E. (Eds.). *The Amazon Várzea: The decade past and the decade ahead*. Dordrecht: Springer, 2011. p. 37–51.

HESS, L. L.; MELACK, J. M.; AFFONSO, A. G.; BARBOSA, C.; GASTIL-BUHL, M.; NOVO, E. M. L. M. Wetlands of the lowland Amazon basin: extent, vegetative cover, and dual-season inundated area as mapped with JERS-1 synthetic aperture radar. *Wetlands*, v. 35, p. 745–756, 2015.

HESS, L. L.; MELACK, J. M.; NOVO, E. M. L. M.; BARBOSA, C. C. F. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation. *Remote Sensing of Environment*, v. 87, p. 404–428, 2003.

JUNK, W. J. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. 1. ed. Berlin: Springer Verlag, 1997. v. 126, 525 p.

JUNK, W. J. The Central Amazon River floodplain: concepts for the sustainable use of its resources. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F.; SOARES, M. G. M.

(Org.). *Central Amazon floodplain: actual use and options for a sustainable management*. Leiden: Backhuys Publishers, 2000. p. 584.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 106, p. 110–127, 1989.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas). *Wetlands Ecology and Management*, v. 20, p. 461–475, 2012.

LOBÓN-CERVIÁ, J.; HESS, L. L.; MELACK, J. M.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. The importance of forest cover for fish richness and abundance on the Amazon floodplain. *Hydrobiologia*, v. 750, n. 1, p. 245–255, 2015.

MARKOV, A. V.; KOROTAYEV, A. V. Phanerozoic marine biodiversity follows a hyperbolic trend. *Paleoworld*, v. 16, p. 311–318, 2007.

MELACK, J. M.; HESS, L. L. Remote Sensing of the Distribution and Extent of Wetlands in the Amazon Basin. In: JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PAROLIN, P. (Org.). *Amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management*. 1. ed. Berlin: Springer Verlag, 2010. v. 210, p. 43–59.

PETRERE, M.; et al. Dynamics of the Amazon floodplain. In: JUNK, W. J. (Ed.). *Ecology of Amazonian Floodplain Fish*. Dordrecht: Springer, 2010. p. 201–230.

RENÓ, V. F.; NOVO, E. M. L. M.; SUEMITSU, C.; RENNÓ, C. D.; SILVA, T. S. F. Assessment of deforestation in the Lower Amazon floodplain using historical Landsat MSS/TM imagery. *Remote Sensing of Environment*, v. 115, p. 3446–3456, 2011.

STERNBERG, H. O. *The Amazon River of Brazil: A Geographic Reconnaissance*. New York: Columbia University Press, 1998.

VATN, P.; VEDELD, P. Fit, interplay, and scale: a diagnosis. *Ecology and Society*, v. 17, 2012.

WINKLERPRINS, A. M. G. G. *Seasonal Floodplain Farming Systems in the Amazon Basin: A Comparative Perspective on Fluvial Dynamics and Agricultural Development*. Malden: Blackwell Publishing, 2006.

WITKOSKI, A. C. *Terras, florestas e águas de trabalho: os camponeses amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais*. 2. ed. Manaus: EDUA, 2021.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L.; WORBES, M. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. *Journal of Biogeography*, v. 33, p. 1334–1347, 2006.

WITTMANN, Florian et al. A review of the ecological and biogeographic differences of Amazonian floodplain forests. *Water*, v. 14, n. 21, p. 3360, 2022.

CAPÍTULO 1 Utilização de recursos aquáticos em áreas de várzea na Amazônia e Desenvolvimento Sustentável: Mudanças de paradigma com o advento da modernidade

Use of aquatic resources in lowland areas in the Amazon and Sustainable Development: Paradigm changes with the advent of modernity

Uso de los recursos acuáticos en las tierras bajas de la Amazonia y el Desarrollo Sostenible: Cambios de paradigma con el advenimiento de la modernidad

Recebido: 30/06/2022 | Revisado: 30/07/2022 | Aceitado: 17/09/2022 | Publicado: 23/09/2022

Resumo

As áreas de várzea compreendem as planícies de inundação influenciadas pelos rios de água branca, ricos em sedimentos. O início do processo de ocupação das áreas de várzea na Amazônia é fortemente debatido por estudiosos e pesquisadores. Alguns autores destacam que as ocupações ocorreram de forma difusa na Amazônia, predominando em dois grandes ambientes na Amazônia, as florestas de terra firme e as florestas em áreas de várzea. Estas características impulsionaram quatro principais atividades econômicas na várzea: pesca, exploração florestal, agricultura e pecuária. Essas atividades, foram, por muito tempo praticadas por indígenas e logo em seguida por caboclos-ribeirinhos, respeitando os limites da natureza e sua capacidade de suporte. No entanto, ao longo dos anos e com o advento da modernidade, que não apenas projetou o crescimento do homem, e da sua razão, mas também aumentou a exploração dos recursos naturais utilizados pelo homem. Recursos pesqueiros como o pirarucu, o peixe-boi e a tartaruga, além da pesca multiespecífica, adquiriram outro caráter com a chegada dos portugueses, o que insiste a perdurar até os dias de hoje. Dessa forma, percebe-se como estes recursos, vem se tornando escasso em razão do uso irracional e acima de tudo mercadológico.

Palavras-chave: Recursos naturais; áreas alagadas; pesca.

Abstract

The floodplain areas comprise the floodplains influenced by white water rivers, rich in sediments. The beginning of the process of occupation of floodplain areas in the Amazon is strongly debated by scholars and researchers. Some authors point out that the occupations occurred in a diffuse way in the Amazon, predominating in two large environments in the Amazon, the terra firme forests and the forests in floodplain areas. These characteristics boosted four main economic activities in the floodplain: fishing, forestry, agriculture and livestock. These activities were, for a long time, practiced by indigenous people and soon followed by caboclos-ribeirinhos, respecting the limits of nature and its carrying capacity. However, over the years and with the advent of modernity, it has not only projected the growth of man, and his reason, but has also increased the exploitation of natural resources used by man. Fishing resources such as arapaima, manatees and turtles, in addition to multispecific fishing, acquired another character with the arrival of the Portuguese, which persists to this day. In this way, it is clear how these resources are becoming scarce due to irrational use and above all marketing.

Keywords: Natural resources; flooded areas; fishing.

Resumen

Las áreas de llanuras aluviales comprenden las llanuras aluviales influenciadas por ríos de aguas blancas, ricas en sedimentos. El inicio del proceso de ocupación de áreas inundables en la Amazonía es fuertemente debatido por académicos e investigadores. Algunos autores señalan que las ocupaciones se dieron de manera difusa en la Amazonía, predominando en dos grandes ambientes de la Amazonía, los bosques de tierra firme y los bosques en zonas de llanura aluvial. Estas características impulsaron cuatro actividades económicas principales en la llanura aluvial: la pesca, la silvicultura, la agricultura y la ganadería. Estas actividades fueron, durante mucho tiempo, practicadas por indígenas y pronto seguidas por caboclos-ribeirinhos, respetando los límites de la naturaleza y su capacidad de carga. Sin embargo, a lo largo de los años y con el advenimiento de la modernidad, no solo se ha proyectado el crecimiento del hombre, y de su razón, sino que también se ha incrementado la explotación de los recursos naturales que utiliza el hombre. Los recursos pesqueros como el arapaima, los manatíes y las tortugas, además de la pesca multiespecífica, adquirieron otro carácter con la llegada de los portugueses, que persiste hasta el día de hoy. De esta manera, queda claro cómo estos recursos se están volviendo escasos debido al uso irracional y sobre todo al marketing.

Palabras clave: Recursos naturales; áreas inundadas; pesca.

1. Introdução

As áreas alagadas estão entre os ambientes mais complexos, biodiversificados e produtivos ecossistemas do planeta (MA, 2005; Ewel, 2010). Devido a importância dessas áreas para o planeta foi assinado em 1971, o primeiro tratado internacional visando a conservação e uso sustentável dos recursos naturais em áreas úmidas ou também áreas alagadas. Este tratado ficou conhecido como Convenção de Ramsar, tendo sido assinado na cidade Iraniana de Ramsar (Mathews, 2013). O Brasil se tornou signatário desta convenção em 1993, e atualmente conta com mais de 22 áreas alagadas com reconhecimento internacional, sendo o país com a maior extensão destas áreas.

Na Amazônia, as áreas alagadas cobrem uma área de 400.000 km², aproximadamente 14% de toda área da bacia e desempenham um importante papel socioecológico. No entanto, apenas 1% desse montante encontra-se sob proteção direta, como unidades de conservação e terras indígenas (MMA, 2007; Melack; Hess, 2010). As áreas alagadas na Amazônia, são divididas em dois grupos, sendo conhecidas como igapós quando ocorrem em rios de água preta e várzeas quando ocorrem em rios de água branca. As áreas de várzea compreendem as planícies de inundação influenciadas pelos rios de água branca, ricos em sedimentos (Sioli, 1954; Prance, 1979; Junk et al., 1989; Junk et al., 2012).

O início do processo de ocupação das áreas de várzea na Amazônia é fortemente debatido por estudiosos e pesquisadores. Alguns autores destacam que as ocupações ocorreram de forma difusa na Amazônia, predominando em dois grandes ambientes na Amazônia, as florestas de terra firme e as florestas em áreas de várzea (Roosevelt, 1999; Oliver, 2001). Acredita-se que a fertilização dos solos das várzeas favoreceu a fixação do homem na Amazônia, entre 10.000 anos a.C e 1000 d.C, o que possibilitou o desenvolvimento de uma ocupação mais densa e permanente do que as anteriores. Evidências baseadas em achados arqueológicos, ricos de detritos em cerâmica, sugerem que houve o estabelecimento de aldeias de horticultores ao longo das principais várzeas amazônicas há aproximadamente 4.500 e 2.000 anos atrás (Heckenberger et al., 1999), perdurando até a chegada dos europeus nos séculos 16 e 17 (Roosevelt, 1994).

Posteriormente, os imigrantes europeus ocuparam as áreas de várzea para a pesca, a agricultura de subsistência, a exploração de madeira e extração de borracha, além da cultura de juta e pecuária (Fortini; Zarin, 2011, Merry et al., 2004). Atualmente, a fertilidade dos solos, riqueza de recursos naturais e a proximidade de rios navegáveis favorecem a ocupação das áreas de várzea (Ferreira et al., 2013, Moran; Building, 1993, Scabin et al., 2012). Estas características impulsionaram quatro principais atividades econômicas na várzea: pesca, exploração florestal, agricultura e pecuária (Junk et al, 2000).

Essas atividades, foram, por muito tempo praticadas por indígenas e logo em seguida por caboclos-ribeirinhos, respeitando os limites da natureza e sua capacidade de suporte (Witikoski, 2010). Segundo Fraxe (2007), a relação diferenciada com a natureza faz dos caboclos ribeirinhos grandes conhecedores da fauna e da flora da floresta; o uso de plantas medicinais; o ritmo e o caminho das águas; os sons da mata; as épocas da terra. Esse convívio alimenta a cultura e os saberes transmitidos de gerações a gerações. No entanto, ao longo dos anos e com o advento da modernidade, que não apenas projetou o crescimento do homem, e da sua razão, mas também aumentou a exploração dos recursos naturais utilizados pelo homem, ocorreu uma profunda modificação nos modos de produção, com o incremento de novas tecnologias, o aumento da demanda de consumo, e da mão de obra na exploração destes recursos, dessa forma, as atividades econômicas na várzea, em alguns casos, passaram a adquirir um caráter nocivo ao meio ambiente, em virtude do chamado

“desenvolvimento”. Este caráter não foi fruto de uma mudança repentina, pelo contrário, foi se estabelecendo, gradativamente, tendo seu início, no século XV e impulsionado pelo capitalismo no século XVII e o mercantilismo. Para compreender melhor este processo pelo qual os modos de produção vêm passando, recorremos a Morin:

O desenvolvimento é a palavra-chave, tornada onusiana, em torno do qual se debateram todas as vulgatas ideológicas da segunda metade do nosso século. No fundamento da idéia dominante de desenvolvimento está o paradigma ocidental do progresso. O desenvolvimento deve assegurar o progresso, o qual deve assegurar o desenvolvimento. (Morin, 2000, p. 82-83).

Dessa forma, o desenvolvimento acerca das principais atividades econômicas que ocorrem em áreas de várzea na Amazônia, atualmente, vem desconsiderando as questões ecológicas, culturais e sociais, distanciando do tão almejado desenvolvimento sustentável, desenvolvimento este, que é muito bem-conceituado no relatório Brundtland como o “Desenvolvimento que satisfaz nossas necessidades atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas necessidades” (BRUNDTLAND, 1987). Sendo assim, para compreender o processo pelo qual, as atividades econômicas praticadas em áreas de várzea vêm sendo alterados, discutiremos cada uma dessas atividades, como eram praticadas no passado e como ao longo do tempo foram perdendo seu caráter sustentável para adquirir um caráter nocivo e insustentável ao meio ambiente.

2. Metodologia

Este estudo constitui-se de uma pesquisa documental e bibliográfica, na grande área das ciências humanas e sociais com forte interface nas Ciências Ambientais, cujos dados e informações foram coletados em obras já existentes e servem de base para a análise e a interpretação dos mesmos, formando um novo trabalho científico (Leite, 2008). O método aqui utilizado é o de revisão narrativa, este método tem como objetivo realizar uma revisão e análise atualizada do conhecimento em questão, tem sua aplicação em fundamentações teóricas de artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado (Cordeiro, 2007). A revisão narrativa possibilitou a identificação de tendências, recorrências e lacunas no campo da teoria do conhecimento voltadas para formas de compreensão e aplicação das áreas de várzea na Amazônia.

Artigos que utilizam do método de revisão narrativa, tem como finalidade discutir e apresentar o estado da arte de um tema específico (Rother, 2007), sendo bastante utilizados em estudos na Amazônia (Carneiro, 2022, Costa, 2021, Vieira, 2022). Além disso, a pesquisa bibliográfica tem por finalidade colocar o pesquisador em contato direto com tudo que foi produzido e publicado, sobre um assunto específico.

A análise bibliográfica está empenhada em uma discussão qualitativa interdisciplinar, pela própria natureza do tema de estudo. Os conceitos e obras que estruturam a pesquisa são: Várzea (Junk., 1989, Martins et al., 2019); Pesca: (Veríssimo, 1895; Petrere, 1989; Barthem & Fabré, 2003) Estudos arqueológicos: (Meggers, 1977; Roosevelt et al., 1991); Sustentabilidade: (Leff, 2015; BRUNDTLAND, 2019). Dessa forma este estudo contou com um expressivo número de teóricos e estudiosos sobre o assunto, desde o período pré-colonial até os dias atuais.

3. Resultados e Discussão

Os resultados e discussão dessa pesquisa foram baseados a partir de leitura relacionadas com o tema da pesquisa e análise através de livros, artigos, teses e dissertações. Este referencial foi estruturado em quatro tópicos a saber: pesca; pesca do pirarucu (*Arapaima gigas*); pesca do peixe-boi (*Trichechus inunguis*); pesca de tartaruga (*Podocnemis expansa*) e pesca comercial.

Pesca

A pesca foi uma das principais atividades praticadas por populações pré-colombianas, estima-se que a extração de recursos aquáticos ocorra na Amazônia há mais de oito mil anos, tendo sido considerada uma das principais fontes de proteína para a reprodução das populações humanas (Meggers, 1977; Roosevelt et al., 1991). Prestes-Carneiro (2016) investigando a exploração de recursos aquáticos no sítio arqueológico de Hatahara, identificaram que espécies como pirarucu, pacú e tartaruga, foram as espécies mais capturadas pelos indígenas e que estes recursos aquáticos desempenharam papel fundamental na economia antiga da Amazônia. As técnicas de pesca utilizadas pelos indígenas eram artesanais e de certo modo respeitando a capacidade de suporte do ambiente aquático, esse modo de produção pesqueira se perpetuou até o século XV com a chegada dos europeus na Amazônia.

No entanto, no século XV em diante, com o início da colonização europeia, a pesca se intensificou, criou-se os pesqueiros reais, áreas de farta produção demarcadas pelas autoridades e nas quais os índios-pescadores eram obrigados a pescar para sustentar os militares e religiosos (Veríssimo, 1895). Um exemplo disso, é o nome dado a um lago bastante conhecido, localizado no município de Careiro da Várzea, denominado de Lago do Rei, fazendo uma alusão ao pesqueiro real. A pesca neste período se concentrou basicamente em três espécies, o pirarucu (*Arapaima gigas*), o peixe-boi (*Trichechus inunguis*) e a tartaruga (*Podocnemis expansa*).

Pesca do Pirarucu

A pesca do pirarucu ocorreu desde os períodos pré-coloniais, porém, ganhou força no século XVII e século XVIII, se tornando uma excelente alternativa ao bacalhau (*Gadus morhua*), sendo comercializado em mantas secas e salgadas. Devido a este aumento da intensidade da pesca, o pirarucu teve uma redução drástica na sua população, estima-se que a produção chegou a uma média 1.300 toneladas/ano na cidade de Belém (Veríssimo, 1895; Queiroz, 2000). No século XIX, essa exploração aumentou ainda mais, com aproximadamente 3.000 ton/ano de pirarucu sendo exportados da Amazônia Brasileira (Veríssimo, 1895).

No início do século XX essa estimativa reduziu-se para 300 t/ano, já iniciando os primeiros sinais do declínio populacional do pirarucu. Dessa forma em 1975, o pirarucu foi colocado na lista do anexo II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES), de acordo com a qual sua exploração deve ser estritamente regulamentada e controlada.

Na década de 70 a espécie ficou mais escassa, sendo considerada comercialmente extinta em algumas cidades na Amazônia (Goulding, 1980; Bayley; Petreire Jr., 1989). Este fato teve como consequência, a inclusão do pirarucu na lista do anexo II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES) em 1975, fazendo com que sua exploração

tornasse estritamente regulamentada e controlada pelo governo federal.

Atualmente a pesca do pirarucu é bastante visada por pescadores, no entanto, é proibida de ocorrer o ano inteiro por lei federal, sendo permitida apenas em áreas de manejo. Mesmo com a proibição, este peixe é constantemente encontrado em feiras e restaurantes, entre os gargalos para o controle, esta ausência de exigências de rastreabilidade que permitiriam maior fiscalização do poder público.

Pesca do peixe-boi

Em relação a pesca do peixe boi, no período pré-colonial, os indivíduos desta espécie se encontravam amplamente distribuídos pelos rios da Amazônia. No entanto, com a chegada dos europeus, essa espécie viu seu número populacional reduzir drasticamente. Os portugueses viram nesta espécie fonte de carne, gordura e pelo, o que fez dela um grande atrativo para sua exploração e captura. Mesmo sem haver relatos da quantidade capturada no período colonial, Pero de Magalhães Gândavo historiador e cronista português, narra em seu livro “Tratado da Terra do Brasil”:

É um peixe muito saboroso e totalmente parece carne e assim tem o gosto dela; assado parece lombo de porco ou de veado, coze-se com couves, e guisa-se como carne, nem pessoa alguma o come que o tenha por peixe, salvo se o conhecer primeiro. As fêmeas têm duas mamas pelas quais mamam os filhos, criam-se com leite (coisa que se não acha noutra peixe algum) (Gandavo, 1980 (escrito cerca de 1570)).

Dessa forma, percebe-se como os portugueses ficaram maravilhados com o peixe-boi, e julgavam de fato ser um peixe, desconhecendo que na verdade o peixe-boi é um mamífero aquático. A diversidade possibilidades que a caça do peixe-boi oferecia, também teve impacto na sua captura, a carne usada para consumo, amplamente apreciada pelos europeus, a gordura pela possibilidade de armazenar e conservar alimentos e o couro para outras finalidades.

Dentre os registros mais antigos que se tem notícia, estima-se que entre os anos de 1935 a 1954, cerca 80 mil e 140 mil indivíduos de peixes-boi foram capturados para obtenção de sua carne, gordura e pele. Atualmente o peixe boi figura entre as espécies vulneráveis à extinção, segundo a International Union for Conservation of Nature (IUCN) e sua pesca é proibida, no entanto, sua captura segue ocorrendo de forma ilegal e a comercialização de forma clandestina.

Porém atualmente, a pesca ilegal deixou de ser o único impacto sobre o peixe-boi, mas o uso cada vez maior de redes de pesca aumentou o registro de captura acidental de filhotes, além disso, o aumento do assoreamento das margens e a degradação do habitat em virtude do desmatamento das florestas de várzea, a construção de hidrelétricas e as mudanças climáticas severas também se tornaram uma forte ameaça a espécie que por sua vez possui uma baixa taxa reprodutiva, com intervalo entre nascimentos de pelo menos três anos, o que dificulta ainda mais a recuperação das populações de peixe-boi.

Pesca da tartaruga

A pesca de tartaruga (*Podocnemis expansa*) por sua vez foi praticada por populações ribeirinhas pré-colombianas (Prestes-Carneiro, 2016), no entanto, o caráter dessa atividade foi sendo alterado com o passar

do tempo, o crescimento populacional e a comercialização, contribuíram para o conseqüente aumento da atividade e o declínio populacional da espécie. Dessa forma a exploração de quelônios na Amazônia, não foi diferente do pirarucu e do peixe-boi e foi documentada em relatos de naturalista como Alfred Russel Wallace, Walter Bates, Francis de la Porte de Castelnau, Alexandre Rodrigues Ferreira.

Alfred Wallace, em sua obra *Viagens pelo Pará e Amazonas*, detalha com precisão como foi este contato com a Amazônia, e por diversas vezes, faz menção aos quelônios como abundantes e parte da culinária típica da época.

A bem da verdade, a inconstância do tempo durante todo o ano é aqui tão grande quanto na Inglaterra, mas é justamente essa característica climática que favorece a paisagem, concedendo-lhe o verde perene que ela ostenta. Em determinados trechos deste rio [Negro], são abundantes as tartarugas, os peixes-boi e todas as qualidades de peixes (Wallace, 1889 [1939], p, 210).

Alexandre Rodrigues Ferreira, naturalista brasileiro que percorreu durante muitos anos a Amazônia e o Mato Grosso, descreve em sua obra *Memórias sobre as tartarugas*, como este recurso era utilizado como fonte de proteína para os nativos. O italiano Giovanni Angelo Brunelli, em viagem pela Amazônia entre os anos de 1753 e 1761, narra em sua obra [*De Flumine Amazonum*] “Sobre o rio Amazonas” publicada em 1791 como um grande número de tartarugas ocupavam grandes pedaços de areia nas praias na margem dos rios.

Quando, nesses meses [de seca], a pouca água de todos esses rios, corre em pequena profundidade, assim se afasta tanto das margens que a areia acumulada aparece em grandes quantidades, quase todas as tartarugas fêmeas saindo das águas de todos os lados procuram nessas áreas para colocar seus ovos. Assim, grandes extensões de terra escurecem de forma admirável, que se estende por muitas léguas (BRUNELLI, 2011, p. 149).

Contudo, por meio de relatos narrados por naturalistas e pesquisadores que viajaram pelo rio Amazonas, percebe-se a utilização excessiva de quelônios por parte dos europeus e para os mais diversos fins. Estima-se que no Alto Amazonas, e na bacia do rio Madeira, aproximadamente 2 a 48 milhões de ovos eram utilizados anualmente para a produção de manteiga e óleo, sendo utilizados até mesmo como combustível para iluminar casas e ruas na Europa e calafetar embarcações (Coutinho, 1868; Bates, 1892; Dias de Matos, 1895). O número de tartarugas capturadas e mortas foi tão elevado, que suas carapaças foram utilizadas como forma de pavimentar ruas lamacentas em aldeias na cidade de Barcelos (Ferreira, 1903, p.186).

Escritores como Emilio Augusto Goeldi, José Verissimo Dias de Matos e Alípio de Miranda Ribeiro, descrevem como densidades extraordinárias de ninhos e o emprego maciço de ovos para a produção comercial de óleo (Vogt, 2008). A exploração de quelônios na Amazônia no período colonial, alcançou proporções tão grandes, que envolviam um elevado no número de pessoas, e produzia um grande valor em divisas que fazia com que esta exploração avançasse de forma tão rápida. Um exemplo disso, é o fato narrado por Henry Walter Bates, naturalista e explorador inglês.

Pelo menos 6.000 potes, contendo cada três litros de óleo, são exportados anualmente do Alto

Amazonas e do Madeira para o Pará, onde é usado para acender, fritar peixes e outros fins. Pode-se estimar com justiça que mais 2.000 potes cheios são consumidos pelos habitantes das aldeias ribeirinhas. Agora, são necessários pelo menos doze cestos cheios de ovos, ou cerca de 6.000, pelo processo de desperdício seguido, para fazer um pote de óleo. O número total de ovos destruídos anualmente atinge, portanto, 48 milhões. Como cada tartaruga põe cerca de 120 ovos, segue-se que a prole anual de 400.000 tartarugas é assim aniquilada (Bates, 1864, p. 364-365).

Considerando que a administração colonial cobrava um imposto de 10 por cento nas comercializações de produtos, é possível imaginar como esta atividade se tornou lucrativa para a coroa portuguesa tendo como consequência impacto direto sobre os recursos naturais, neste caso, a populações de tartarugas. A coroa portuguesa, também adotou algumas iniciativas na intenção de controlar o recurso, como a adoção de um responsável (juiz) em monitorar praias e locais de desova, e a conservação das tartarugas matrizes. Decisões estas que objetivavam apenas assegurar o controle do recurso, mas que serviram, ainda que incipientes, como as primeiras medidas de manejo de recursos naturais na Amazônia. Porém, pouco a pouco, essas medidas foram sendo desrespeitadas, devido ao forte lucro imbuído na atividade e assim a exploração se intensificou de forma desordenada (IBDF, 1973). Padre Constant Tatesvin relata em seus textos “*um fazer etnografia*” que durante sua missão religiosa junto a indígenas no município de Tefé no Amazonas, demonstra preocupação sobre a possível extinção das tartarugas devido a destruição dos ovos para extrair um óleo comercializado há mais de um século (Domingues, 2009).

Ao longo dos anos, a preocupação com os quelônios na Amazônia foi ganhando força, com chegada da república cria-se a divisão de caça e pesca em 1932, que por meio do código de caça e pesca, começa as restrições aos quelônios. Em 1979 é criado o Projeto Quelônios da Amazônia – PQA, que é de grande importância na recuperação populacional de quelônios. Atualmente a tartaruga da Amazônia, se encontra na categoria de espécies quase ameaçadas (NT), sua pesca mesmo sendo proibida, continua ocorrendo de forma ilegal e comercializada no mercado negro, no entanto, a pesca não é o único problema que os quelônios enfrentam, a construção de barragens cada vez mais frequentes como no rio Madeira e rio Xingu, interrompem os ciclos anuais de cheia e seca que inundam a planície colocando a tartaruga e outras espécies em risco.

Pesca comercial

Atualmente a pesca na Amazônia desempenha um papel fundamental para a população sendo consideradas umas das pescarias de água doce mais produtivas do mundo (Castello et al., 2013). Sua importância pode ser constatada através da elevada quantidade de pescado desembarcada nos principais portos da região (Barthem & Fabré, 2003; Lopes, Catarino, Lima & Freitas, 2016), pelo alto consumo de pescado por parte da população que pode chegar até 290 kg per capita/ano em algumas regiões da bacia (Batista, Issac & Viana, 2004).

Estima-se que a atividade pesqueira na Amazônia produz anualmente uma receita aproximada R\$ 389 milhões, dos quais, R\$ 62 milhões correspondem a renda dos pescadores comerciais e aproximadamente R\$ 127 milhões a dos pescadores de subsistência. Dados recentes apontam que a atividade de pesca na Amazônia envolve cerca de 330.000 pescadores (MAPA, 2016), no entanto, este valor pode estar subestimado, se considerarmos que, para cada posto de trabalho direto gerado na atividade pesqueira, outros

cinco postos de trabalhos indiretos são gerados (FAO, 2000).

Apesar da importância que a pesca representa na Amazônia, seja de forma econômica, social e até na segurança alimentar, existem alguns fatores que contribuem para o declínio dos recursos pesqueiros, como a sobre-pesca (Batista et al., 1998; Campos et al., 2015), a utilização de apetrechos de pesca nocivos como o arrastão e o desrespeito a políticas de defeso. O desenvolvimento de grandes embarcações e motores, aliado a um aumento da capacidade de armazenamento por meio de geleiras, permitiu que pescadores aumentassem o esforço de pesca e conseqüentemente uma maior exploração do recurso. Porém, o desmatamento em áreas de várzea, assoreamento, construção de barragens, mineração, tem efeitos muito mais nocivos aos estoques pesqueiros, do que a própria atividade pesqueira, uma que compromete berçários e áreas de reprodução e desova de centenas de espécies de peixe. Por fim, a inexistência de uma política voltada para o monitoramento estatístico pesqueiro e a preservação dos recursos naturais, dificulta a adoção de medidas por parte do poder público, fazendo com que o colapso do recurso pesqueiro, seja apenas uma questão de tempo.

4. Considerações Finais

Segundo David Cleary, “o boom extrativista colonial há muito foi ofuscado pelo boom mais famoso do século XIX e início do século XX, mas suas conseqüências ambientais foram igualmente dramáticas” (Cleary, 2001, p. 84). Dessa forma, pouco se estuda como a exploração colonial afetou diversos recursos naturais, ou até mesmo iniciou um processo irreversível na recuperação do recurso. Este uso indiscriminado e irracional, se assemelha a uma tragédia dos comuns, onde indivíduos agindo de forma independente e de acordo com seus próprios interesses comportam-se em contrariedade aos melhores interesses de uma comunidade, esgotando algum recurso comum (Hardin, 1968). Como exemplo disso, temos espécies como o pirarucu e o peixe-boi, sendo que o primeiro, chegou a ser considerado comercialmente extinto, no entanto, devido a um exaustivo trabalho, a população de pirarucu, vem recuperando lentamente na Amazônia, no entanto, o peixe-boi, ainda carece de estudos e programas de manejo que viabilizem um aumento populacional consistente para que a espécie saia da lista de espécies em extinção.

Diante disso, percebe-se as conseqüências da modernidade sobre o ambiente, com sinais bastante conhecidos e diversos. Desmatamento e queimadas, alterações no clima, aumento do nível do mar, esgotamento dos recursos, entre outros eventos são notórios e evidentes no planeta. Estes impactos, são produtos do processo de modernização cujo princípio organizador é a produção e a distribuição de bens, constituindo uma primeira fase da modernidade. Giddens (1991) em sua obra “As conseqüências da modernidade”, aponta para o surgimento de uma nova fase da modernidade, “marcada pelo surgimento da sociedade de risco cujo eixo norteador não é apenas a distribuição de bens, mas de riscos, principalmente ecológicos”, riscos que já são possíveis de constatar ao analisar os recursos naturais na Amazônia.

Agradecimentos

Referências

- Barthem, R.B. & Fabré, N. N. (2003). *Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia*. In: Rufino, M.L., Ed., A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira, Pro-Várzea, Manaus, 11-55.
- Bates, H. W. (1864). *The naturalist on the river Amazons: a record of adventures, habits of animals, sketches of brazilian and indian life, and aspects of nature under the equator, during eleven years of travel*. Londres: John Murray.
- Bates, H. W. (1892) *The Naturalist on the river Amazon*. London: John Murray. p. 395.
- Batista, V.S., Isaac, V.J. & Viana, J.P. (2004). *Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia*. In: Ruffino, M.L. (coord.). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. IBAMA/PROVÁRZEA. p. 63-152.
- Brundtland, G. H. (1987). Report of the world commission on environment and development: *Our common future*. United Nations, [http:// conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf](http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf).
- Brunelli, G. A. De flumine Amazonum. In: Papavero, N.; Castello L, McGrath DG, Hess LL, Coe MT, Lefebvre PA, Petry P, Macedo MN, Renó. VF & Arantes CC. (2013). The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conserv. Lett.* 6, 217–229.
- Carneiro, J. P. R., Witkoski, A. C., Fraxe, T. J. P., Gonçalves, V. V. C., Costa, M. S. B., Oka, J. M. & Sena, G. M. (2022). Rastreabilidade e o uso sustentável dos recursos da sociobiodiversidade: Ferramentas estratégicas para a construção de uma nova racionalidade ambiental. *Research, Society and Development*, 11(8), e37811831025.
- Cleary, D. (2001). Towards an environmental history of the Amazon: from prehistory to the nineteenth century. *Latin American Research Review* 36(2), 64–96.
- Chiquieri, A., Overal, W., Sanjad, N. & MugnaI, R. (2011). Os escritos de Giovanni Angelo Brunelli (1722-1804), astrônomo da comissão demarcadora de limites, sobre a Amazônia brasileira. Belém: *Fórum Landi*, p. 122-163.
- Cordeiro, A. M., Oliveira G. M., Rentería J. M. & Guimarães C. A. (2007). Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Rev. Col. Bras. Cir.* p. 34:428-431.
- Costa, V. A. (2022). Uma revisão narrativa sobre as metodologias usadas no estudo de turbulência noturna dentro e acima da floresta Amazônica obtidos através do sítio experimental Amazon Tall Tower Observatory. *Research, Society and Development* ,10(14), e100101421912.
- Coutinho, J. M. S. (1868). Sur lês tortues de l'Amazone. *Bulletin de la Societé Zoologique d'Aclimatation*, Paris, v. 5. p. 147-166.
- Dias de matos, J. V. (1895). *A pesca na Amazônia*. Monografias Brasileiras III. Rio de Janeiro: Livraria Clássica de Alves. p. 207.
- Domingues, H. B. (2009). Tastevin: uma história da etnografia indígena. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. Antropologia*, v. 4. p. 195-197.
- Ferreira, A. R. (1903). *Memória sobre a Yurara-reté: as tartarugas, que foram preparadas e remetidas nos caixões*, n. 1 até n. 7 da primeira remessa. In: Arquivos do Museu nacional do Rio de Janeiro, v. 12. p. 181-186.
- Ferreira, L. V., Cunha, D. A., Chaves, P. P., Matos, D. C. L. & Parolin, P. (2013). Impacts of hydroelectric dams on alluvial riparian plant communities in eastern Brazilian Amazonian An. *Acad. Bras. Cienc.*, 85. p. 241-251.

- Fortini, L. B., Rabelo, F. G. & Zarin D. J. (2006). Mixed potential for sustainable forest use in the tidal floodplain of the Amazon River For. *Ecol. Manage.*, 231. p. 78-85.
- Gandavo, P. M. (1980). *Tratado da Terra do Brasil e História da Província de Santa Cruz*. São Paulo, Ed. Itatiaia e EDUSP. p. 149.
- Giddens, A. (1991). *As conseqüências da modernidade*. São Paulo: UNESP.
- Goulding, M. (1980). *The fishes and the forest: explorations in amazon natural history*. Berkeley: University of Califórnia Press.
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, vol. 162, No. 3859. p. 1243-1248.
- Heckenberger, M. J., Petersen J. B. & Neves E. G. (1999). Village size and permanence in Amazonia: two archaeological examples from Brazil. *Latin American Antiquity*. p. 353-376.
- IBDF (1973). *Preservação da Tartaruga Amazônica*. Belém: IBDF. p. 110.
- Junk W.J, Bayley P. B & Sparks R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, DP. Proceedings of the International Large River Symposium (LARS). *Canadian Special Publication of Fishery and Aquatic Science*, 106: p. 110-127.
- Junk, W. J., Piedade, M. T. F. & Schöngart, J.; W., F. (2012). A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas). *Wetlands Ecology and Management*, v. 20, p. 461-475.
- Leff, E. (2000). *Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental*. In: Philippi Jr., Arlindo (Org.). *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. São Paulo: Signus Editora.
- Lopes, G. C. S., Catarino, M. F., Lima, A. C. & Freitas, C. E. C. (2016). Small-scale fisheries in the Amazon basin: General patterns and diversity of fish landings in five sub-basins. *Boletim do Instituto da Pesca*, 42(4): 895 - 909.
- MAPA, (2016). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Mathews, G. V. T. (2013). The Ramsar Convention on Wetlands: Its History and Development, *Ramsar Convention Bureau*, Gland, Switzerland, p. 90.
- Melack, J. M. & Hess, L. L. (2010). *Remote Sensing of the Distribution and Extent of Wetlands in the Amazon Basin*. In: Junk, W. J.; Piedade, M. T. F.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P. (Org.). *Amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management*. 1. ed.[S.l.]: Springer Verlag. v. 210. p. 43–59.
- Merry, F. D., Sheikh, P. A & Mcgrath, D. (2004). The role of informal contracts in the growth of small cattle herds on the floodplains of the Lower Amazon. *Agricultural And Human Values*, USA, v. 21, n.4, p. 377-386.
- MMA, (2007). *Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: atualização*. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, Brazil.
- Moran, S. E. (1993). Building Deforestation and land use in the Brazilian Amazon. *Hum. Ecol.*, 21.
- Morin, E. & Kern, A. B. (2000). *Terra-Pátria*. Tradução de Paulo Azevedo Neves da Silva. Porto Alegre: Sulina. Título original: Terre-Patrie.
- Oliver, J. R. (2001). *The archaeology of forest foraging and agricultural production in Amazônia*. In: McEwan, C.; Barreto, c. & Neves, e.g., eds. *Unkown Amazon*. London, The British Museum Press. p.50-85.
- Prance, G. T. (1979). Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia*, 31(1):26-38

Roosevelt, A. C. (1999). Twelve thousand years of human environment interaction in the Amazon floodplain. In: padock, C. et al. Varzea. Diversity, Development and Conservation of Amazonia's White Water Floodplains. *Advances in Economic Botany*. New York: The New York Botanical Garden Press. v.13, p. 407.

Roosevelt, A. (1994). *Amazonian Indians: from prehistory to the present*. University of Arizona Press, Tucson.

Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paul Enferm*. 20:v-vi.

Scabin, A. B., Costa, F. R. C. & Schöngart. J. (2012). The spatial distribution of illegal logging in the Anavilhanas archipelago (Central Amazonia) and logging impacts on species *Environment. Conservation.*, 39. p. 111-121.

Sioli, H. (1954). *Amazônia. Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Trad. J. Becker. Ed. Vozes, Petrópolis. 72p.

Veríssimo, J. (1895). *A pesca na Amazônia*. Rio de Janeiro, Livraria Alves, 137 p.

Vieira, D. O., Souza, K. R., Magalhães, L. A., Vêras, I. V. U. M & Santos, S. C. L. (2022). The contamination of Brazil nut by aflotoxins and its carcinogenic effect: a narrative review. *Research, Society and Development*, 11(7), e52911730309.

Vogt, R. C. (2008). *Tartarugas da Amazônia*. Lima, Peru. 104 p.

Wallace, A. R. (1939). *Viagens pelo Pará e Amazonas*. São Paulo: Nacional.

Witkoski, A. C. (2010). *Terras, Florestas e Águas de Trabalho*. 2º Ed. São Paulo: Annablume.

CAPÍTULO 2 - Evidências dos impactos da perda de floresta em áreas de várzea na Amazônia: uma revisão sistemática

Vinícius Verona Carvalho Gonçalves
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

Artigo em preparação para ser submetido na revista:
Environmental Evidence – versão online – ISSN 2047-
23820018-8158 Fator de Impacto: 4.932

Resumo

As áreas úmidas da Amazônia estão entre as maiores do planeta, recebem o nome de áreas alagáveis e localizam-se nas margens dos grandes rios da bacia amazônica. Estima-se que as áreas alagáveis na Amazônia ocupam uma área de aproximadamente 800.000 km², ou quase 14% de toda área da bacia. Historicamente as áreas úmidas são impactadas por diversas atividades antrópicas, além de eventos climáticos extremos. O objetivo deste estudo foi identificar, catalogar e descrever as evidências existentes impactos sociais, ecológicos e ambientais sobre as áreas de várzea na bacia Amazônica. Uma revisão sistemática de literatura científica foi realizada para analisar os impactos da remoção da floresta de várzea. A pesquisa utilizou bases de dados como Science Direct, Scopus e Web of Science. Foram considerados artigos publicados entre 1980 e 2022, com foco em impactos ambientais, sociais e ecológicos. A metodologia buscou uma amostra imparcial de artigos, seguindo as "Diretrizes para revisões sistemáticas em gestão ambiental". Os resumos dos artigos foram verificados e divididos em subconjuntos para análise. Foram analisados 73 artigos utilizando as palavras-chave "Amazônia" "florestas de várzea", "áreas de várzea" em português e inglês. Os resultados evidenciaram que os impactos nas florestas de várzea ocorrem de forma difusa na bacia e afetam não apenas os ecossistemas aquáticos e terrestres, como também a vida e os modos de vida de populações ribeirinhas que utilizam dos recursos oriundos destes ambientes. Os principais tipos de impactos identificados incluem alterações no ciclo hidrológico, aumento da vazão e da concentração de sedimentos, desmatamento, construção de barragens e variações climáticas. esta revisão destaca a importância crítica das áreas de várzea na Amazônia e a necessidade urgente de ações coordenadas para sua conservação e manejo sustentável, sendo a preservação desses ecossistemas indispensável para a manutenção da biodiversidade, da segurança alimentar e da qualidade de vida das comunidades ribeirinhas, bem como para a saúde geral do ecossistema amazônico.

Palavras-chave: Áreas alagadas; Mudanças; Ambiental; Ecológico; Social.

Abstract

The wetlands of the Amazon are among the largest on the planet, known as floodplain areas and located along the banks of the major rivers in the Amazon basin. It is estimated that the floodable areas in the Amazon cover an area of approximately 800,000 km², or nearly 14% of the entire basin area. Historically, wetlands have been impacted by various anthropogenic activities, as well as extreme climatic events. The objective of this study was to identify, catalog, and describe the existing evidence of social, ecological, and environmental impacts on floodplain areas in the Amazon basin. A systematic review of scientific literature was conducted to analyze the impacts of floodplain forest removal. The research utilized databases such as Science Direct, Scopus, and Web of Science. Articles published between 1980 and 2022 were considered, focusing on environmental, social, and ecological impacts. The methodology sought an unbiased sample of articles, following the "Guidelines for Systematic Reviews in Environmental Management". The abstracts of the articles were reviewed and divided into subsets for analysis. Seventy-three articles were analyzed using the keywords "Amazon", "floodplain forests", and "floodplain areas" in both Portuguese and English. The results showed that impacts on floodplain forests occur diffusely in the basin and affect not only aquatic and terrestrial ecosystems, but also the lives and livelihoods of riparian populations who utilize resources from these environments. The main types of impacts identified include alterations in the hydrological cycle, increased flow and sediment concentration, deforestation, dam construction, and climatic variations. This review highlights the critical importance of floodplain areas in the Amazon and the urgent need for coordinated actions for their conservation and sustainable management, as the preservation of these ecosystems is essential for maintaining biodiversity, food security, and quality of life for riparian communities, as well as for the overall health of the Amazon ecosystem.

Keywords: Flooded areas; Changes; Environmental; Ecological; Social.

Introdução

Os ecossistemas de áreas úmidas ocupam cerca de 5% a 8% da superfície terrestre do planeta, mas estima-se que atualmente cerca de 50% tenham sido afetadas por atividades antrópicas (Prigent et al., 2001; Mitsch; Gosselink, 2007). A maioria destas áreas concentram-se nos trópicos, onde condições como alta radiação solar, alto níveis pluviométricos e de umidade relativa do ar propiciam a criação de um dos ecossistemas mais produtivos, complexos e biodiversificados do globo (Erwin, 2008; MA, 2005; Ewel, 2010).

A importância econômica e ecológica das áreas úmidas, vem sendo debatida desde a década de 70 e acarretou na Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional - CZUI. Durante esta convenção foi discutido questões relacionadas a conservação das áreas úmidas no planeta e assinado o primeiro tratado internacional visando a conservação e uso sustentável dos recursos naturais nestas áreas, este tratado ficou conhecido como Convenção de Ramsar, tendo sido assinado na cidade Iraniana de Ramsar em 1971 (Mathews, 2013).

Em 1993 o Brasil se tornou signatário desta convenção, e atualmente conta com mais de 22 áreas úmidas com reconhecimento internacional, sendo o país com a maior extensão de territórios Ramsar. Paralelo a Convenção Ramsar, a Constituição Federal de 1988, por meio do Artigo 225 (CRB – Art.225), ampliou a proteção as áreas úmidas ao reconhecer o “*direito ao meio ambiente equilibrado como um direito fundamental*” e especialmente ao determinar que áreas como o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, devendo ser conservadas e preservadas para as presentes e futuras gerações (CRB – Art. 225, § 2º).

Áreas Úmidas (AUs) são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica.

As áreas úmidas da Amazônia são consideradas uma das maiores do planeta, recebem o nome de áreas alagáveis e localizam-se nas margens dos grandes rios da bacia amazônica. Estima-se que as áreas alagáveis na Amazônia ocupam uma área de aproximadamente 800.000 km², ou quase 14% de toda área da bacia (Melack; Hess,

2010). Estas áreas desempenham um importante papel socioecológico, no entanto, apenas 1% desse montante, encontra-se sob proteção direta, como unidades de conservação e terras indígenas (MMA, 2007; Melack; Hess, 2010).

As áreas alagadas na Amazônia são divididas em dois grandes ecossistemas os igapós e as várzeas, onde cada um possui suas características específicas quanto a cor da água, tipo de solo, formação geológica, e estrutura e composição de espécies de plantas e de animais aquáticos. No entanto, o elevado estoque de produtos madeireiros e não madeireiros na várzea e a presença cada vez maior de populações nestas áreas, intensifica a exploração das florestas de várzea, tornando-as o segundo maior alvo de exploração predatória na Amazônia (Macedo, 1996; Ramos, 2000). Os impactos oriundos da exploração e remoção da floresta de várzea sobre o ecossistema são diversos, podendo se manifestar de diversas formas: a redução da abundância de comunidades de plantas C-3 que sustenta espécies com diferentes espécies de peixes e redução de plantas C-4 (macrófitas) que servem de berçário para muitas espécies de peixe durante o período de enchente (Melack, Forsberg, 2001; Arraut, 2008; Affonso, 2012).

Além da influência sobre a vegetação, o desmatamento em áreas de várzea afeta a qualidade da água, aumenta sua temperatura e proporciona o aumento de sedimentos em superfície tendo como consequências a alteração na composição e produção das comunidades bióticas e a diminuição do oxigênio dissolvido na água (Junk et al., 1983; Neill et al., 2001; Penaluna et al., 2016; Aprile; Darwich, 2013). O baixo oxigênio dissolvido na água afeta populações de peixes e ocasiona mortalidade em massa, efeito já descrito na Amazônia e em outras partes do mundo (Howell e Simpson, 1994; Pinheiro et al 2021).

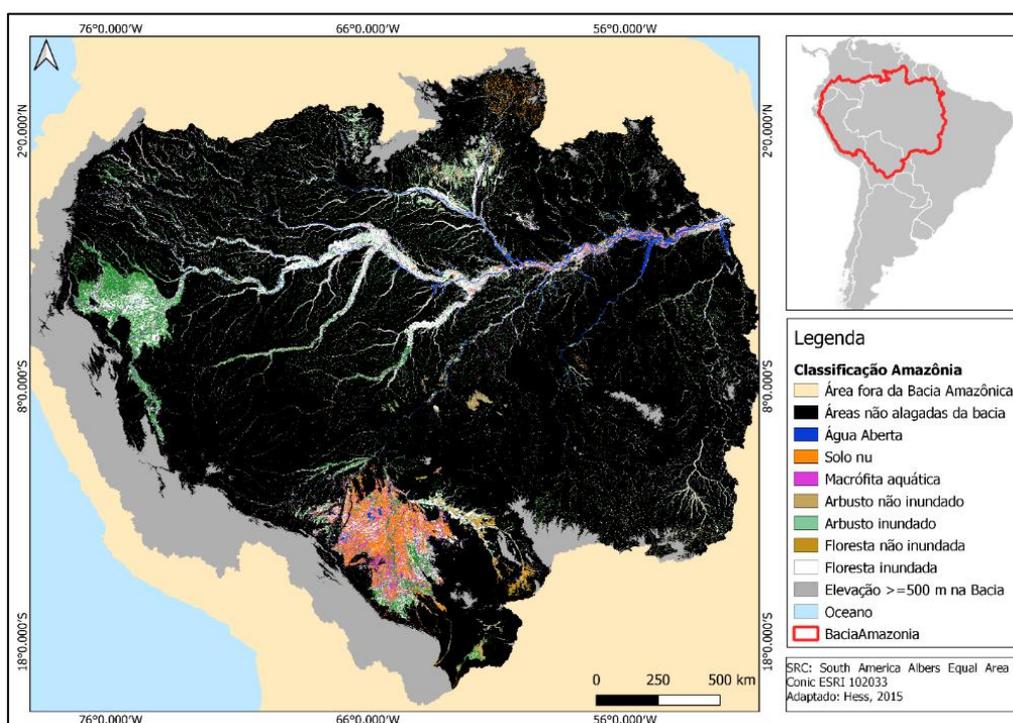
Os impactos nas florestas de várzea ocorrem não apenas nos ecossistemas aquáticos e terrestres, como também na vida, cultura, meios de produção e bem-estar das populações ribeirinhas que utilizam dos recursos oriundos destes ambientes (MA, 2003; Novo et al. 2007; Pereira; Witkoski, 2012). Dessa forma, o objetivo de estudo foi revisar de forma sistemática os impactos causados pela perda de floresta de várzea. Espera-se que este estudo sistemático forneça orientação para organizações científicas, filantrópicas, governamentais e não governamentais para o investimento em programas, políticas e pesquisas para o manejo sustentável de áreas alagadas na Amazônia.

Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo considerou todas as áreas de várzea da bacia amazônica, de rios de água branca e água clara (Figura 01). Áreas de várzea de rios de água preta também conhecidas como igapós, não foram consideradas na análise, uma vez que possuem características específicas como dinâmica da inundação, vegetação, geomorfologia e suas condições de ocupação socioeconômica apresentam divergências ao longo do tempo, o que conseqüentemente influenciou e influencia nos impactos nestas áreas.

Figura 01: Área de estudo considerada na revisão sistemática.



Metodologia

Para sistematizar os impactos decorrentes da remoção da floresta de várzea foi realizado uma revisão sistemática sobre o assunto, na literatura científica. A pesquisa de revisão sistemática é muito utilizada quando se pretende sistematizar informações acerca de um tema de pesquisa com grande amplitude (Littell et al., 2008). Revisões sistemáticas tiveram suas primeiras aplicações no campo da medicina, posteriormente para as ciências sociais e mais recentemente para as ciências ambientais (Pullin; Stewart, 2006). Este tipo de estudo proporciona um conjunto de evidências concatenadas a uma estratégia de intervenção específica, por meio da aplicação de métodos explícitos e sistematizados de

pesquisa, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (Sampaio e Mancini, 2007).

A revisão sistemática foi desenvolvida utilizando como fonte de dados artigos científicos oriundos das bases de dados disponíveis como Science Direct (www.sciencedirect.com), Scopus (www.scopus.com), Web of Science (webofknowledge.com) e Wiley Online Library (onlinelibrary.wiley.com) e o motor de busca Google Scholar.

Os artigos foram baixados entre 05 de maio de 2020 a 07 de março de 2022 da *Web of Science Core Collection* (WoS). Os dados foram coletados a partir da consulta das seguintes palavras chaves em português “Amazônia” “florestas de várzea”, “áreas de várzea”, “impactos” e em inglês “*Amazon*”, “*forest flooded*”, “*foodplain*”, “*impacts*”. Foram considerados os artigos publicados no período compreendido entre 1980 e 2022. Adicionalmente, as referências bibliográficas dos artigos encontrados foram examinadas para verificar se há mais alguma publicação que não foi elencada pelas bases de dados consultadas.

Os critérios de busca de dados, como o uso de operadores booleanos, a verificação da acurácia da revisão (*Kappa Test*), critérios de inclusão e exclusão de artigos serão utilizados conforme as “Diretrizes para revisões sistemáticas em gestão ambiental” (*Collaboration for Environmental Evidence* 2013). Por meio da revisão, foi possível construir uma base de informações acerca dos impactos decorrentes da remoção dela, dividindo estes impactos em ambiental, social e ecológico. Utilizou-se uma metodologia projetada para obter uma amostra representativa e amplamente imparcial de artigos sobre os impactos em áreas de várzea. Os critérios de busca de dados, como o uso de operadores booleanos, critérios de inclusão e exclusão de artigos foram utilizados conforme as “Diretrizes para revisões sistemáticas em gestão ambiental” (*Collaboration for Environmental Evidence*, 2013).

Os resumos de todos os artigos restantes foram verificados para confirmar que o tema de pesquisa estava associado aos impactos em áreas de várzea. Dividimos todos os registros válidos em três subconjuntos de tempo distintos: 1981–1990, 1991–2000, 2001–2010, 2010–2020, 2021–2022. Para cada período identificamos o número de países e periódicos associados aos artigos. Uma meta-análise é definida por Zumsteg et al. (2002) como “uma combinação de dados de vários estudos, geralmente envolvendo análises matemáticas adicionais, com o objetivo de utilizar essa sinergia de informações e tamanho de dados para responder a perguntas que não podem ser respondidas por estudos

individuais existentes ou para melhorar a certeza ou o impacto de descobertas conhecidas por aumentando o tamanho da amostra.” A meta-análise é realizada para responder quantitativamente à pergunta sobre os impactos ambientais, enquanto o foco da análise de conteúdo está na descrição qualitativa das diferenças metodológicas e parâmetros tecnológicos. Ambos os métodos se baseiam nos achados da revisão sistemática da literatura.

Resultados

Durante a busca foram retornou 1327 registros, sendo 73 considerados válidos para nossa análise. Esser artigos foram publicados em 32 periódicos nacionais e internacionais, sendo as revistas *Forest Ecology and Management* (4), *Science of The Total Environment* (4), *Biotropica* (3) e *Journal of Applied Ecology* (3) com maior número de artigos sobre impactos em áreas alagadas na Amazônia (Tabela 01).

Tabela 01: Número de periódicos com mais publicações.

Periódicos	Publicações
Forest Ecology and Management	4
Science of The Total Environment	4
Biotropica	3
Journal of Applied Ecology	3
Acta Limnologica Brasiliensia	2
Amazoniana	2
Aquatic Conservation	2
Biogeochemistry	2
Brazilian Journal of Biology	2
Hydrobiologia	2
Plos One	2

Os artigos Land-use change in the Amazon Estuary - patterns of caboclo settlement and landscape management, Drought impacts on the Amazon Forest: the remote sensing perspective e The effects of deforestation and climate variability on the streamflow of the Araguaia River, Brazil foram os artigos mais citados, todos com mais de 200 citações, de acordo ao Web of Science (Tabela 02).

Tabela 02: Artigos publicados com respectivos números de citações

Artigos	Citações
Land-use change in the Amazon Estuary - patterns of caboclo settlement and landscape management.	250
Drought impacts on the Amazon Forest: the remote sensing perspective.	243
The effects of deforestation and climate variability on the streamflow of the Araguaia River, Brazil.	204
Deforestation modifying terrestrial organic transport in the rio tapajós, Brazilian Amazon.	174

Increase in mercury contamination recorded in lacustrine sediments following deforestation in the Central Amazon.	171
Solute export from forested and partially deforested catchments in the Central Amazon.	170
The potential impact of new andean dams on Amazon fluvial ecosystems.	169
The changing hydrology of a dammed Amazon.	155
The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the south american tropics: the case of the Araguaia River.	134
Aggravation of floods in the Amazon River as a consequence of deforestation?	120

A partir da elaboração da nuvem de palavras, surgiram tópicos como “inundação”, “várzea”, “mudanças”, “impactos”, “floresta”, peixes, “desmatamento”, “paisagem” e “Amazônia” que descrevem às características ambientais das áreas de várzea e os principais “sujeitos” impactados pelas atividades antrópicas como peixes, árvores, paisagens, espécies e pesca (Figura 02).

Figura 02: Nuvem de palavras com os termos mais frequentes nos resumos dos artigos.



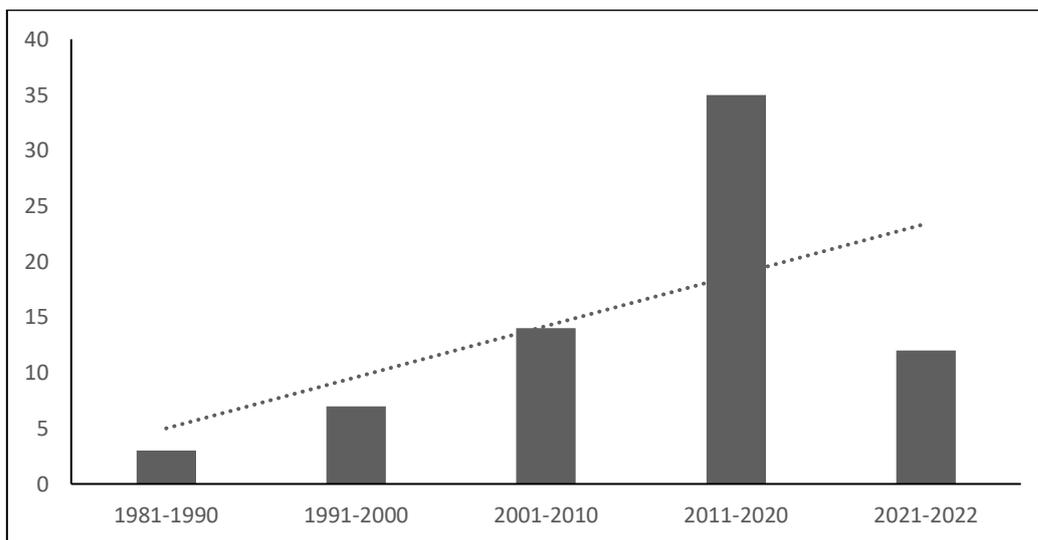
Fonte: Gonçalves, 2024

O primeiro artigo foi publicado em 1984, durante essa primeira década, foram publicados apenas 3 artigos. Os artigos sobre várzea eram poucos, no entanto, estes já mencionavam os impactos sobre o desmatamento, e os cortes seletivos de madeira. A partir da década de 90 em diante, houve um aumento substancial no número de artigos publicados. De 1991 a 2000, houve 7 artigos publicados em diferentes periódicos, desta vez, mencionando um número maior de impactos. De 2001 a 2010, este número passou para 14 artigos, de 2011 a 2020, sendo publicados 38 artigos (Figura 03).

A Convenção de Ramsar, que trata exclusivamente das áreas úmidas teve seu tratado oficial assinado no dia 2 de fevereiro de 1971, no entanto, a convenção entrou em vigor em dezembro de 1975. De 1984 em diante, os artigos começam a mencionar

impactos ocorrendo em áreas de várzea decorrentes de atividades antrópicas, paralelo a isso, o Brasil se tornou signatário na Convenção de Ramsar em 1993, momento em que as áreas de várzea passaram a ter maior atenção por parte do governo brasileiro, conseqüentemente, passam também a receber maior atenção por parte da comunidade científica. Por fim, outra característica que contribuiu para o aumento de estudos sobre as áreas de várzea está atrelada a preocupação com a Amazônia e a biodiversidade associada, que passaram a ser foco de preocupação a nível nacional e internacional.

Figura 03: Evolução no número de publicações ao longo do tempo.



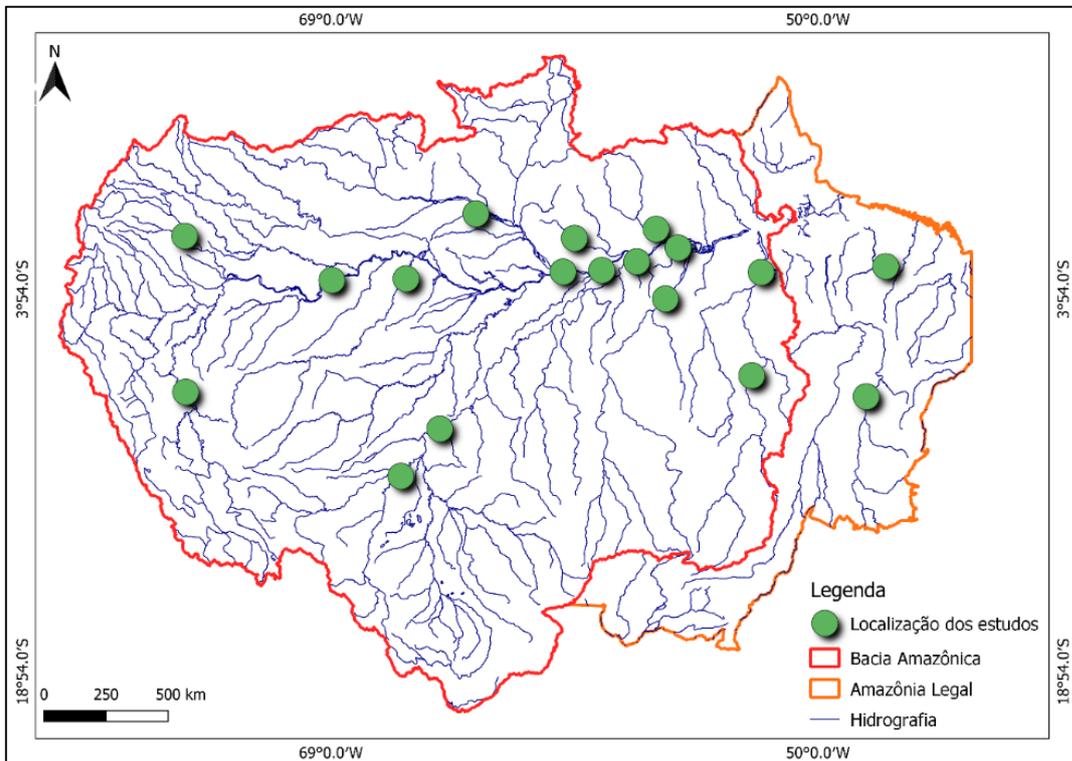
Fonte: Gonçalves, 2024.

Os impactos nas áreas de várzea da Amazônia variam conforme sua região geográfica (Figura 04). Na região do Baixo Rio Amazonas, historicamente, os impactos se concentram no desmatamento das florestas para criação de gado e búfalos, plantação de malva e juta e extração de madeira. Em rios como Madeira e Xingu, rios de águas brancas e claras respectivamente (Sioli, 1950), há um predomínio na construção de barragens hidrelétricas, assim como no rio Tocantins onde atualmente existem 7 usinas hidrelétricas Serra da Mesa, Cana Brava, São Salvador, Peixe Angical, Lajeado, Estreito e Tucuruí e rio Uatumã que conta com a barragem de Balbina, construída nos anos de 1970 e que desconsiderou variáveis importantes como a dinâmica fluvial e a remoção da vegetação da área alagada, seus impactos são descritos na literatura até os dias de hoje.

Em relação ao uso do mercúrio para o garimpo, este se concentra em rios como o Madeira, Tapajós e Negro, os relatos evidenciam que a atividade garimpeira começou por cerca de 1950, atualmente os impactos do garimpo se encontram bem descritos e tendem a afetar todo ecossistema biótico e abiótico. No que diz respeito aos estudos evidenciando

os impactos das mudanças climáticas sobre as áreas de várzea na Amazônia, estes se concentram na Amazônia Central, especificamente, em lagos de várzea como no Catalão, Sacambu, Calado, entre outros.

Figura 04: Mapa de localização das áreas de estudo dos artigos de revisão.



Fonte: Gonçalves, 2024

Discussão

As áreas alagáveis adjacentes aos grandes rios constituem áreas de fundamental importância ecológica, funcionam como estabilizadores ao longo do ciclo hidrológico (Mitsch e Gosselink, 2000), interagem com a atmosfera nos ciclos de água, carbono, nitrogênio e servem como habitat para uma grande diversidade de plantas e animais (Junk et al. 2020). As áreas alagadas e suas interações vem sendo objeto de estudo de diversos pesquisadores sobre diferentes focos e áreas de interesse. Neste estudo, a revisão da literatura mostrou evidências de possíveis implicações futuras nos impactos ambientais e socioeconômicos como resultado de diversos tipos de atividades. A exploração das áreas de várzea remonta aos tempos pré-colombianos e desenvolveu-se ao longo do período coloniais para exploração de recursos naturais e geração de renda e conseqüente seus impactos foram se estabelecendo com o tempo (Gonçalves et al. 2022).

Mudanças climáticas e dinâmica hidrológica

Os impactos das mudanças climáticas exercem efeito cascata sobre as áreas de várzea, por afetar diretamente a dinâmica hidrológica. De acordo com o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, o Brasil e principalmente a bacia amazônica, são regiões extremamente vulneráveis as mudanças climáticas. Neste cenário o desmatamento e a degradação florestal são a principal contribuição do Brasil para o agravamento das mudanças climáticas. As previsões e modelos para identificar os efeitos das mudanças climáticas na Bacia Amazônica identificaram que durante os períodos (estações) de seca, as temperaturas tenderão a aumentar, enquanto, a precipitação irá diminuir (Ambrizzi et al. 2007; Betts et al. 2008; Christensen et al. 2013). Algumas das principais consequências das mudanças climáticas para as áreas úmidas são as modificações nos regimes hidrológicos, que podem causar secas intensas ou inundações e alterações em fenômenos climáticos globais como o El Niño-Oscilação Sul – ENSO que levam a secas em rios amazônicos (Pinaya et al. 2016).

Barros e Albernaza (2014) identificaram que a diminuição na precipitação pode causar diminuição das áreas de várzeas, com consequente diminuição do número de espécies. Por outro lado, um aumento das chuvas provavelmente causaria a substituição de espécies vegetais, que não seriam capazes de sobreviver em novas condições por um longo período. Encontraram que variações extremas do nível da água podem resultar em alterações na estrutura da comunidade e na diversidade. Os autores concluem que as mudanças climáticas provavelmente causarão a perda ou redução das áreas alagadas na Amazônia e desafiarão a adaptabilidade das espécies, composição e sua distribuição.

No Lago grande de Curuaí na região do médio Amazonas, Katz et al. (2020) identificaram que inundações fortes ocorriam a cada 20 anos, no entanto, recentemente, elas passaram a ocorrer com menor intervalo de tempo, a cada 2 ou 3 anos, atingindo níveis de água anteriormente não registrados. Essas alterações nos períodos de inundações mostraram alterar toda a estrutura e assembleias de peixes após uma seca intensa em 2005, a assembleia assumiu uma composição taxonômica e estrutura funcional diferente e bastante persistente (Tomasella et al. 2013; Röpke et al. 2017). Variações no regime hidrológico são capazes de causar substituição nas espécies de plantas, uma vez que muitas espécies não conseguiriam tolerar um longo período de inundação (Barros e Albernaza, 2014), o que pode refletir na capacidade de adaptação, composição e distribuição espécies e consequentemente afetando as populações humanas dependentes destes recursos. Períodos de seca extrema além de afetar significativamente a função

hidrológica, tornam a floresta mais suscetível a incêndios e cicatrizes de queimadas (Asner; Alencar, 2010).

Barragens

As barragens na Amazônia tem sido alvo de conflitos entre autoridades governamentais e populações indígenas e ambientalistas. A construção de barragens altera o pulso de inundação e reduz a conectividade do sistema fluvial, além de alterar o fluxo do rio a jusante em até 3 ordens de magnitude o que afeta organismos adaptados a um regime natural de inundação (Melack e Coe, 2020; Chaudhari e Pokhrel, 2022)

Os impactos das barragens também ocorrem no período de construção da estrutura, enchimento dos reservatórios e abertura das turbinas, Schöngart et al. (2021) relataram que condições de inundação permanente a qual diversas áreas são submetidas, fizeram com que 12% das floretas de igapó morressem ao longe de um trecho de rio a jusante de mais de 125 km, os efeitos em cascata surgem quando se considera micro e macrohabitats, serviços ecossistêmicos e toda a cadeia alimentar.

Os impactos das barragens estendem-se além das questões ecológicas, Forsberg et al. (2017) identificaram que a alteração na dinâmica de sedimentos afeta a geomorfologia dos canais fluviais, a fertilidade das planícies de inundação e a produtividade aquática. Isso tem implicações diretas para atividades econômicas locais, como a pesca, a agricultura e o extrativismo, que são vitais para a economia e a segurança alimentar das comunidades ribeirinhas.

A construção de barragens na Amazônia representa um desafio significativo para a conservação ambiental e a sustentabilidade socioeconômica da região. As barragens, ao alterarem o pulso natural de inundação e a conectividade dos sistemas fluviais, têm um impacto profundo não apenas sobre a biodiversidade aquática e terrestre, mas também sobre as comunidades locais que dependem desses ecossistemas para sua subsistência.

Melack e Coe (2020) e Chaudhari e Pokhrel (2022) destacam que as mudanças no fluxo dos rios causadas pelas barragens podem afetar drasticamente organismos adaptados aos regimes naturais de inundação. Essas alterações podem levar à perda de habitats, alteração dos ciclos de vida de espécies aquáticas e terrestres e, conseqüentemente, à redução da biodiversidade. Por exemplo, Schöngart et al. (2021) observaram que a inundação permanente causada por barragens resultou na morte de significativas porções das florestas de igapó, afetando não apenas a vegetação, mas também os organismos que dependem desses habitats.

Além disso, a construção de barragens na Amazônia tem sido um ponto de tensão entre governos, empresas de energia, populações indígenas e ambientalistas. Enquanto governos e empresas frequentemente argumentam a favor das barragens como fontes de energia renovável e desenvolvimento econômico, populações indígenas e ambientalistas defendem que qualquer projeto de barragem na Amazônia seja precedido por avaliações ambientais rigorosas, consultas com as comunidades afetadas e consideração cuidadosa dos impactos a longo prazo. A busca por alternativas de energia renovável que minimizem os impactos ambientais e respeitem os direitos das comunidades locais é essencial para um desenvolvimento verdadeiramente sustentável na região.

Desmatamento

A extração de madeira na várzea, tem perdurado por séculos e seu início se deu no estuário do rio Amazonas, no entanto, no decorrer do tempo, essa prática passou a ter caráter heterogêneo na bacia. Os desmatamentos nas florestas de várzea na Amazônia podem ter várias finalidades, como a própria construção de barragens, garimpo ilegal, o cultivo de soja e a pecuária. No entanto, a perda destas florestas, se mostrou ocorrer no sentido leste-oeste e suas causas são heterogêneas podendo variar no tempo e no espaço ao longo da planície de inundação (Reno; Novo, 2019).

O desmatamento na várzea desencadeia uma série de impactos indiretos e que tem consequências para todo o ecossistema. Castello et al. (2018) constaram que a remoção de florestas de várzea reduziu os rendimentos das capturas de peixe, mesmo quando se considera o esforço pesqueiro. Recentemente, França et al. (2020) conseguiram estimar que, a perda de 1 km² reduziu em até 9% na captura de peixes. Lobón-Cervia et al. (2015) destacaram que a riqueza e abundância de peixes estão diretamente relacionadas à floresta alagada, sendo o mesmo resultado se aplicando à riqueza e abundância de peixes desembarcados pela pesca. Arantes et al. (2018; 2019) identificaram respectivamente que a cobertura florestal foi positivamente associada à biomassa de peixes e que os padrões espaciais da biodiversidade de peixes estão associados à cobertura florestal.

Além disso, os resultados de Arantes et al. (2019) indicaram que o desmatamento das várzeas resultou em homogeneização espacial das assembleias de peixes e redução da diversidade funcional tanto em escala local e regional consequentemente, influenciando as propriedades dos ecossistemas ou as respostas das espécies às condições ambientais. Claro-Jr et al. (2004) avaliando a relação entre a quantidade de floresta e a dieta peixes de várzea, observaram que a perda de floresta ocasiona prejuízos à ictiofauna principalmente pela diminuição da quantidade e diversidade de alimento disponível.

Remoções nas florestas de várzea, também exercem influências significativas nas condições hidrológicas de uma bacia, em uma sub-bacia do rio Araguaia a remoção de 55% da vegetação ocasionou um aumento de 25% na descarga observada (Coe et al. 2011), esse fato já havia sido descrito por Sternberg (1987) de que o desmatamento nas cabeceiras pode aumentar o escoamento superficial e concentração de sedimentos em superfície.

As plantas herbáceas aquáticas também exercem importância nas áreas de várzea e vem sendo atingidas por ameaças modificação e contaminação dos habitats devido ao seu uso em atividades econômicas, a pecuária e bubalina e a agricultura. Entre as consequências dos impactos sobre essa vegetação, estão na redução da abundância de comunidades de plantas C-3 que sustenta espécies com diferentes hábitos alimentares como herbívoros e onívoros e na redução de plantas C-4 (macrófitas) que servem de berçário para muitas espécies de peixe durante o período de enchente (Melack, Forsberg, 2001; Arraut, 2008; Piedade et al. 2010; Affonso, 2012).

No que diz respeito a vegetação de várzea, cabe ressaltar uma especificidade que estas áreas possuem quanto a sua vulnerabilidade e resiliência. Recentemente Flores et al. (2018) publicaram um artigo na *Proceedings of the National Academy of Sciences – PNAS*, mostrando que os incêndios em várzeas têm um impacto mais forte e duradouro na estrutura da floresta, bem como na fertilidade do solo do que incêndios em florestas de terra firme. Paralelo a isso, Asner e Alencar (2010) constataram que o uso da terra afeta a sensibilidade da floresta às condições de seca e aumenta a suscetibilidade ao fogo em áreas de várzea e terra firme.

Considerações finais

Esta revisão sistemática sobre os impactos nas áreas de várzea da bacia Amazônica revela uma série de desafios ecológicos e socioeconômicos críticos. Os principais tipos de impactos identificados incluem alterações no ciclo hidrológico, aumento da vazão e da concentração de sedimentos, desmatamento, construção de barragens e variações climáticas. Esses fatores, em conjunto, têm consequências significativas para a biodiversidade, a pesca, a agricultura e o extrativismo sustentável, afetando diretamente a segurança alimentar e as fontes de renda das comunidades ribeirinhas.

A conservação das florestas de várzea é essencial para a manutenção dos serviços ecossistêmicos que elas fornecem. Estes ecossistemas desempenham um papel crucial na

sustentação da biodiversidade, incluindo espécies de peixes importantes para a pesca local, e oferecem recursos vitais para a agricultura e o extrativismo. Além disso, as áreas de várzea atuam como importantes reguladores do clima e do ciclo hidrológico, contribuindo para a estabilidade ambiental da região.

Para garantir a conservação e, quando possível, a preservação desses ecossistemas, é necessário um esforço interinstitucional que envolva diferentes esferas do poder público. Isso inclui a implementação de políticas de manejo ecossistêmico, que considerem tanto a proteção ambiental quanto as necessidades socioeconômicas das comunidades locais. A promoção de um gerenciamento sustentável das áreas de várzea é fundamental para assegurar a continuidade dos benefícios que esses ecossistemas proporcionam, tanto em termos de biodiversidade quanto de sustento para as populações humanas.

A conservação e a preservação – quando possível – das florestas de várzea é fundamental para manutenção de serviços ecossistêmicos, da segurança alimentar, de renda e de subsistência fornecidos pelos recursos naturais oriundos das várzeas. Por fim, esta revisão destaca a importância crítica das áreas de várzea na Amazônia e a necessidade urgente de ações coordenadas para sua conservação e manejo sustentável, sendo a preservação desses ecossistemas indispensável para a manutenção da biodiversidade, da segurança alimentar e da qualidade de vida das comunidades ribeirinhas, bem como para a saúde geral do ecossistema amazônico. Conservar as áreas de várzea exigirá um apoio interinstitucional, passando por diferentes esferas do poder público e a promoção de um gerenciamento substancial do ecossistema, tendo como horizonte, o manejo ecossistêmico.

Referências

ASNER, G. P.; ALENCAR, A. Drought Impacts on the Amazon Forest: The Remote Sensing Perspective. *New Phytologist*, v. 187, p. 569-578, 2010.

APRILE, F. M.; DARWICH, A. J. Regime térmico e a dinâmica do oxigênio em um lago meromítico de águas pretas da região amazônica. *Braz. J. of Aquatic Sci. and Tech.*, v. 13, n. 1, p. 37-43, 2009.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988. DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

COLLABORATION FOR ENVIRONMENTAL EVIDENCE. *Guidelines for Systematic Review and Evidence Synthesis in Environmental Management*. Version 4.2, 2013.

ERWIN, K. L. Wetlands and global climate change: The role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management*, v. 17, n. 1, p. 71-84, 2009.

EWEL, K. C. Appreciating tropical coastal wetlands from a landscape perspective. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 8, n. 1, p. 20-26, 2010.

FLORES, B. M.; HOLMGREN, M.; XU, C.; VAN NES, E. H.; JAKOVAC, C. C.; MESQUITA, R. C. G.; SCHEFFER, M. Floodplains as an Achilles' heel of Amazonian forest resilience. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 114, p. 4442-4446, 2017.

FITTKAU, E. J.; JUNK, W.; KLINGE, H.; SIOLI, H. Substrate and vegetation in the Amazon region. In: CRAMER, J. (ed.). *Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde Herausgegeben von Reinhold Tiixen*. Vaduz: J. Cramer, 1975. p. 73-90.

HOWELL, P.; SIMPSON, D. Abundance of marine resources in relation to dissolved oxygen in Long Island Sound. *Estuaries*, v. 17, p. 394-402, 1994.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; CARVALHO, F. M. Distribution of fish species in a lake in the Amazon River floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. *Amazoniana* (Kiel), v. 7, p. 397-431, 1983.

MACEDO, D. S. M. S. Estrutura e manejo de uma floresta de várzea do estuário amazônico. 1996. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1996.

MATHEWS, G. V. T. *The Ramsar Convention on Wetlands: Its History and Development*. Gland: Ramsar Convention Bureau, 2013. p. 90.

MELACK, J. M.; HESS, L. L. Remote Sensing of the Distribution and Extent of Wetlands in the Amazon Basin. In: JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PAROLIN, P. (Org.). *Amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management*. 1. ed. [S.l.]: Springer Verlag, 2010. v. 210. p. 43-59.

MELACK, J. M.; FORSBERG, B. R. Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes and associated wetlands. In: MCCLAIN, R. L.; RICHEY, J. E.; VICTORIA, R. L. (Org.). *The biogeochemistry of the Amazon basin and its role in a changing world*. Oxford: Oxford University Press, 2001. p. 235-276.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT - MA. *Ecosystems and human well-being: synthesis - wetlands and water*. Washington, DC: Island Press, 2005.

MITSCHEW, W. J.; GOSSSELINK, J. G. *Wetlands*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2007. 582 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: atualização*. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2007.

NEILL, C.; DEEGAN, L.; THOMAS, S.; CERRI, C. Deforestation for pasture alters nitrogen and phosphorus in small Amazonian streams. *Ecological Applications*, v. 6, p. 1817-1828, 2001.

PENALUNA, B. E.; OLSON, D. H.; FLITCROFT, R. L.; WEBER, M. A.; BELLMORE, J. R.; WONDZELL, S. M.; DUNHAM, J. B.; JOHNSON, S. L.; REEVES, G. H. Aquatic biodiversity in forests: a weak link in ecosystem services resilience. *Biodiversity and Conservation*, p. 1-31, 2016.

PEREIRA, H. dos S. A dinâmica da paisagem socioambiental das várzeas do rio Solimões-Amazonas. In: *Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais*. Manaus: EDUA, 2012. p. 11-52.

PRIGENT, C.; MATTHEWS, E.; AIRES, F.; ROSSOW, W. B. Remote sensing of global wetland dynamics with multiple satellite data sets. *Geophysical Research Letters*, v. 28, p. 4631-4634, 2001.

PULLIN, A. S.; STEWART, G. B. Guidelines for systematic review in conservation and environmental management. *Conservation Biology*, v. 20, n. 6, p. 1647-1656, 2006.

RAMOS, C. A. P. Possibilidades de otimização do uso florestal para pequenos produtores nas várzeas amazônicas: um estudo na costa amapaense. 2000. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2000.

SIOLI, H. *Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de floresta tropicais*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1991.

CAPÍTULO 3 - Caracterização da paisagem de várzea da Amazônia Central

Vinícius Verona Carvalho Gonçalves
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

Resumo

A Amazônia brasileira é a maior extensão de floresta tropical do mundo, a variedade dos recursos naturais ali existentes só ocorre em consequência das diferentes associações vegetais que crescem sob a influência de fatores ambientais intrínsecos a cada ecossistema que forma esse bioma. Entre os ecossistemas, que compõem a floresta equatorial amazônica, várzea possui extrema importância ecológica e socioeconômica para a região e é marcante desde o processo de ocupação inicial até os dias de hoje. O objetivo desse estudo é caracterizar a paisagem de várzea identificar, catalogar e descrever as evidências existentes de diferentes tipos de impactos (ambiental, social e ecológico) sobre as áreas de várzea na bacia Amazônica. A metodologia deste estudo contou com diferentes bases de dados para caracterizar a paisagem de várzea na área de estudo, sendo todas estas bases de domínio público e amplo acesso. Nossos resultados revelaram áreas predominantemente de várzea seguidas de áreas de terras altas, corpos d'água e outras classes de cobertura do solo. A imagens de satélite forneceram informações sobre as características da paisagem, incluindo geomorfologia e hidrologia. Por fim, a caracterização fornece informações valiosas sobre a dinâmica ecológica e hidrológica da planície aluvial da Amazônia, essencial para os esforços de conservação e gestão sustentável.

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo, hidrologia, geomorfologia

Abstract

The Brazilian Amazon is the largest expanse of tropical forest in the world, the variety of natural resources existing there occurs only as a consequence of the different plant associations that grow under the influence of environmental factors intrinsic to each ecosystem that forms this biome. Among the ecosystems that make up the Amazonian equatorial forest, the floodplain holds extreme ecological and socioeconomic importance for the region and has been significant since the initial occupation process to the present day. The objective of this study is to characterize the floodplain landscape, identify, catalog, and describe the existing evidence of different types of impacts (environmental, social, and ecological) on the floodplain areas in the Amazon basin. The methodology of this study relied on different databases to characterize the floodplain landscape in the study area, all of which are publicly available and widely accessible. Our results characterized the landscape in terms of its geomorphology, hydrography, land use, and occupation, revealing a floodplain governed by the hydrological regime. Our results revealed predominantly floodplain areas followed by upland areas, water bodies, and other land cover classes. Satellite images provided information on landscape characteristics, including geomorphology and hydrology. Finally, the characterization provides valuable information about the ecological and hydrological dynamics of the Amazon floodplain, which is fundamental for conservation efforts and sustainable management.

Key-Worlds: Land use and occupation, hydrology, geomorphology

Introdução

A Amazônia brasileira representa a maior extensão de floresta tropical do mundo. A diversidade de recursos naturais presentes na região ocorre como consequência das diferentes associações vegetais que se desenvolvem sob a influência de fatores ambientais específicos de cada ecossistema que compõe esse bioma. Entre os ecossistemas que formam a floresta equatorial amazônica, a várzea possui grande importância ecológica e socioeconômica para a região, sendo relevante desde o processo de ocupação inicial até os dias atuais (GAMA et al., 2003). Conforme Prance (1979), as várzeas são áreas alagáveis situadas nas margens dos rios de águas brancas da bacia amazônica. Nesses locais, os solos são naturalmente renovados pela deposição anual de sedimentos resultante da flutuação do nível das águas. Segundo Kalliola et al. (1993), as florestas de várzea apresentam menor diversidade do que a terra-firme e abriga animais e plantas adaptados a condições hidrológicas sazonais. Isso se deve ao fato de que apenas um pequeno grupo de espécies está adaptado a longas inundações e, por isso, essas espécies acabam sendo predominantes nessas áreas (Lopes; Piedade, 2015).

Considerando a duração e a amplitude da inundação, as florestas da várzea podem ser ainda classificadas em três tipos principais: as várzeas altas (VA), as várzeas baixas (VB) e o chavascal. As florestas da VA são encontradas em áreas alagadas por menos do que 50 dias ao ano, com uma altura de inundação inferior a 3 m. As florestas de VB se localizam em áreas onde a inundação dura mais que 50 dias ao ano, chegando a alturas entre 3 e 7 m. O chavascal é uma floresta densa e pobre em espécies, cujas árvores frequentemente desenvolvem raízes aéreas e escoras, para ajudar na sustentação (Lopes; Piedade, 2015).

As áreas alagáveis da Amazônia correspondem a 30% da região, estando nesta classificação incluídos todos os conjuntos de corpos de água, desde os igarapés, rios, paranás, manguezais e lagos distribuídos em toda a extensão da região (Junk 1993, Piedade et al. 2001). Quando consideradas apenas as áreas alagáveis situadas ao longo dos grandes rios da região, as várzeas e os igapós, a área de cobertura corresponde a cerca de 7% da região (Melack e Hess 2010, Junk et al. 2011).

As várzeas cobrem uma área de aproximadamente 300.000 Km² (Melack e Hess 2010), a inundação é regular, uma vez ao ano, monomodal e tem uma amplitude de 5 a 15 m acima do nível do mar, que pode mudar ao longo do curso do rio (Junk, 1985; 1998). Apesar do grande potencial das várzeas para a agricultura, principalmente culturas de

ciclo curto, o aproveitamento florestal se apresenta como uma das atividades mais importantes, pois ainda existem muitas áreas com alto estoque de produtos madeireiros e não-madeireiros (Ribeiro et al., 2004).

Nas várzeas do estuário amazônico, a exploração da madeira e do palmito de açai está entre as atividades econômicas mais importantes da região (IBAMA, 2002). A bioprodutividade da várzea, em especial a produção de frutos, é item importante na cadeia alimentar e manutenção dos estoques pesqueiros. Foram encontradas mais de 500 árvores ha⁻¹ e a maioria destas produzem frutos e sementes que são consumidos por peixes (Campbell et al, 1992; Balslev et al, 1987; Foster, 1990).

A produção média anual de frutos neste ambiente apresenta considerável interesse quanto ao conhecimento da quantificação, frequência de oferta e contribuição alimentar que possam proporcionar à fauna terrestre e aquática (Maia & Chalco, 2002). Entre as principais espécies econômicas das várzeas encontram-se a virola (*Virola surinamensis* (Rol.) Warb), destinada basicamente à produção de laminados e compensados para exportação, e o açai (*Euterpe oleracea*), cujos frutos e palmito são os principais produtos comercializados (Gama et al., 2003).

A várzea apresenta como característica ecológica marcante a alta produtividade biológica gerando uma elevada biomassa de peixes, que é explorada intensamente pela pesca (Batista, 1998). A produção anual dos frutos nas florestas inundáveis da Amazônia varia entre 16 e 53 milhões de toneladas por ano (Waldhoff et al, 1996). Baseado na oferta de frutos destas florestas, estima-se a produção de 132.000 a 610.000 toneladas de peixe por ano na várzea (Goulding et al, 1996).

Assim, o objetivo desse estudo é caracterizar a paisagem de várzea identificar, catalogar e descrever as evidências existentes de diferentes tipos de impactos (ambiental, social e ecológico) sobre as áreas de várzea na bacia Amazônica. A avaliação regional e o monitoramento das mudanças no uso e cobertura da terra (LULC) constituem um objetivo fundamental da ciência da mudança da terra (Brannstrom et al., 2008).

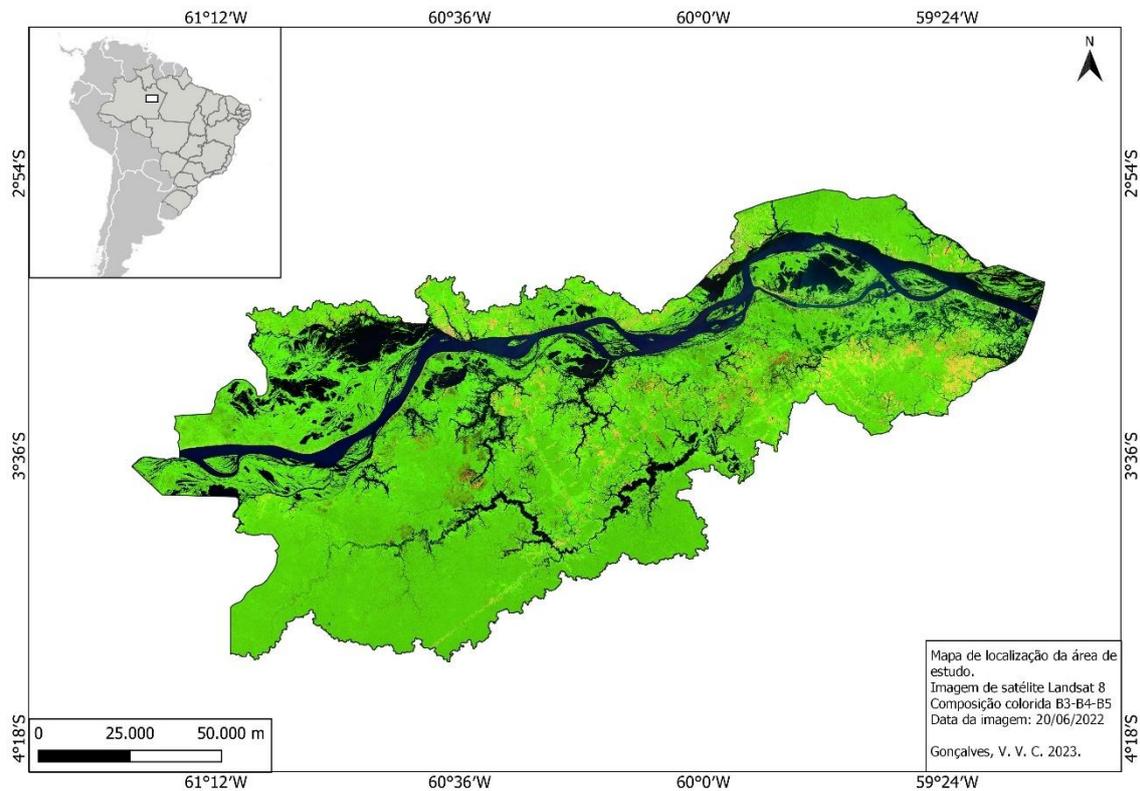
Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo compreende um gradiente do Rio Solimões/Amazonas, que está localizado na região metropolitana de Manaus, entre os paralelos -20°59'17'' e -22°15'40'' de latitude sul e os meridianos -53°52'24'' e -55°48'37'' de longitude oeste de *Greenwich*. Ocupa uma área de 1.144.825 hectares e é composta por 5 municípios

inseridos total ou parcialmente em seus limites (Manaus, Manacapuru, Iranduba, Careiro, Manaquiri e Careiro da Várzea). Para a contextualização da área de estudo, optou-se por organizar e sintetizar as informações do meio que possibilitassem identificar e caracterizar os principais fatores condicionantes que determinam dinâmica nessa dessa área (Figura 05).

Figura 05: Localização da área de estudo.



Fonte: Gonçalves, 2024.

A porção mais baixa da várzea Amazônica (várzea baixa), possui dimensões laterais que variam de 20 a 100 km (Saint-Paul e Bayley, 1979; Junk, 1980; Junk et al, 2020), onde formam-se numerosos lagos, com grande variabilidade de tamanhos, baixa profundidade, diferentes formas e níveis de conexão com o canal principal (Sioli, 1991; Esteves, 1998). Nos lagos, e na área de transição entre estes e a porção mais alta da várzea (várzea alta), há o predomínio de vegetação alagada, incluindo florestas e pradarias de capins flutuantes, funcionando como locais de alimentação, reprodução e refúgio para numerosas espécies de animais aquáticos, incluindo boa parte dos principais peixes de interesse da pesca comercial da região Amazônica (Goulding, 1980; Junk, 1997; Siqueira-Souza et al., 2016).

Metodologia

A metodologia deste estudo contou com diferentes bases de dados para caracterizar a paisagem de várzea na área de estudo, sendo todas estas bases de domínio público e amplo acesso. Para classificação da área de estudo utilizamos os mapas derivados de imagens do ESA Sentinel-2 com resolução de 10 metros. Este conjunto de dados é uma composição de previsões de classificação de uso e cobertura do solo para 9 classes a fim de gerar um retrato representativo da paisagem.

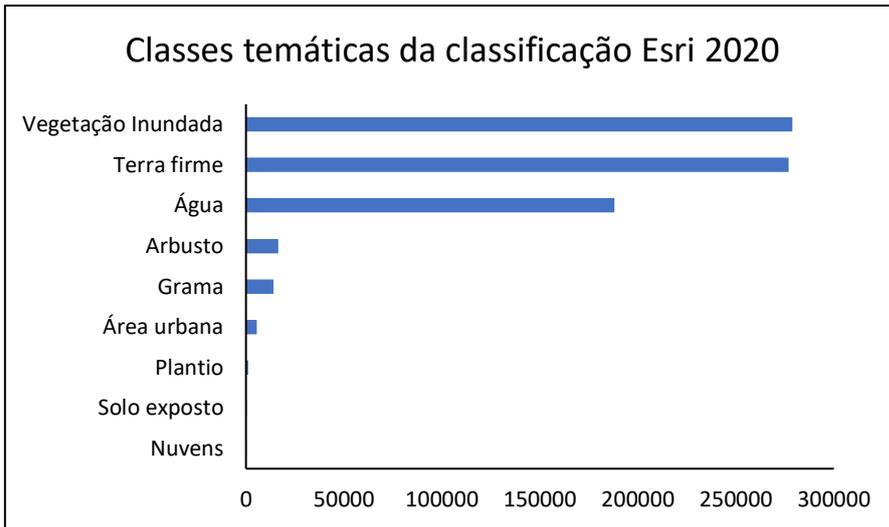
Utilizamos um conjunto de dados de modelo de superfície digital global denominado ALOS Global Digital Surface Model (AW3D30) com uma resolução horizontal de aproximada de 30 metros dados de elevação para caracterizar a elevação da área de estudo. Para caracterizar a geologia da área de estudo, utilizamos uma base de dados de formação geológica fornecidos pelo Serviço Geológico do Brasil.

Para compreender a transição de água, utilizamos dados entre os anos de 1984 a 2022, este conjunto de dados de alta resolução foi gerado usando imagens do satélite Landsat em escala global (Pekel et al., 2016). Os dados deste conjunto mostram as mudanças nas águas superficiais da Terra nos últimos 32 anos e foi usado para derivar a frequência de inundações de longo prazo e verificar as semelhanças da frequência de inundação baseada no Sentinel-1. Conjunto de dados de águas superficiais da Terra de 1984 a 2015 (<https://global-surface-water.appspot.com/>). Por fim, todos os mapas tiveram seu processamento final e construção dos layouts, por meio do software (QGIS Development Team, 2023).

Resultados e Discussão

Para caracterizar as áreas de uso e ocupação do solo da área de estudo, utilizamos as classes definidas pela ESRI 2020. A maior parte da área de estudo é caracterizada por áreas de várzea (vegetação inundada) com 278.794,36 hectares, seguido de áreas de terra firme com 277.043,20 hectares, água 187.943,18 hectares e demais classes como arbusto, vegetação rasteira, área urbana, plantio e solo exposto (Figura 06).

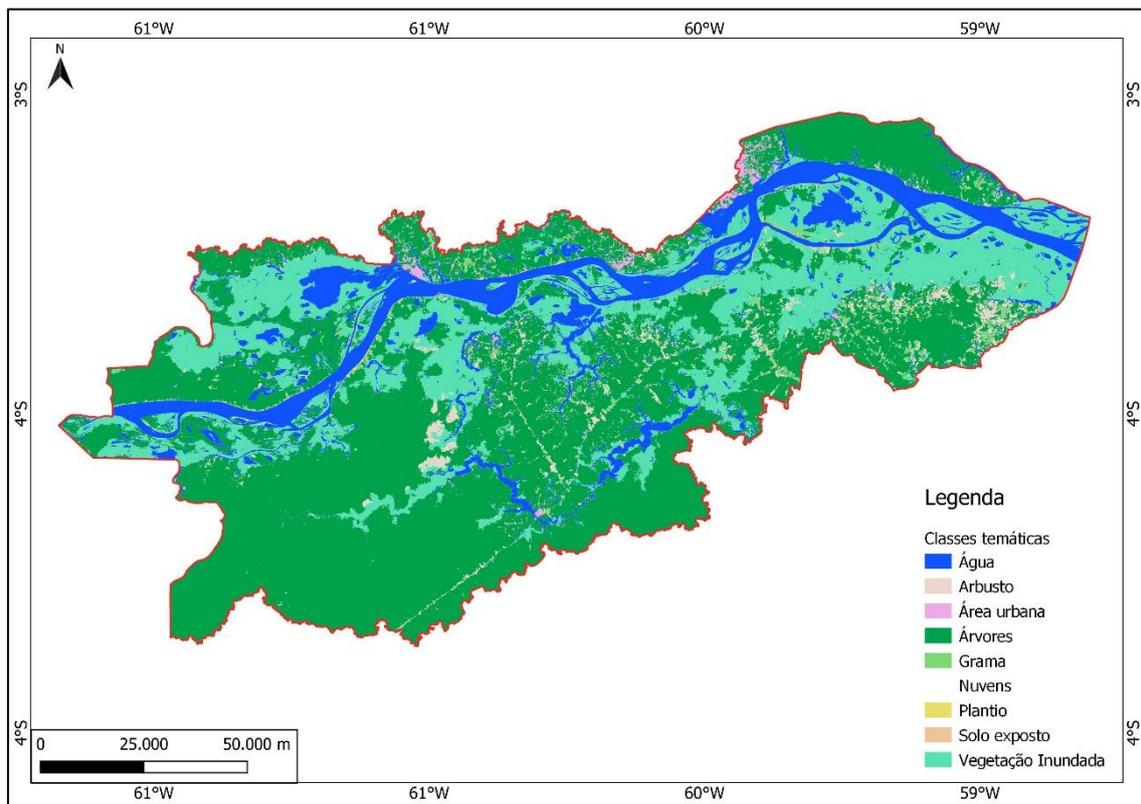
Figura 06: Classes temáticas da área de estudo, seguindo a classificação ESRI 2020 em hectares.



Fonte: Gonçalves, 2024.

A partir do mapa com as classes temáticas da área de estudo, pode-se distinguir cada elemento da paisagem. As margens adjacentes aos rios e lagos são cercadas de florestas inundadas periodicamente (Figura 07).

Figura 07: Mapa com as classes temáticas da área de estudo.



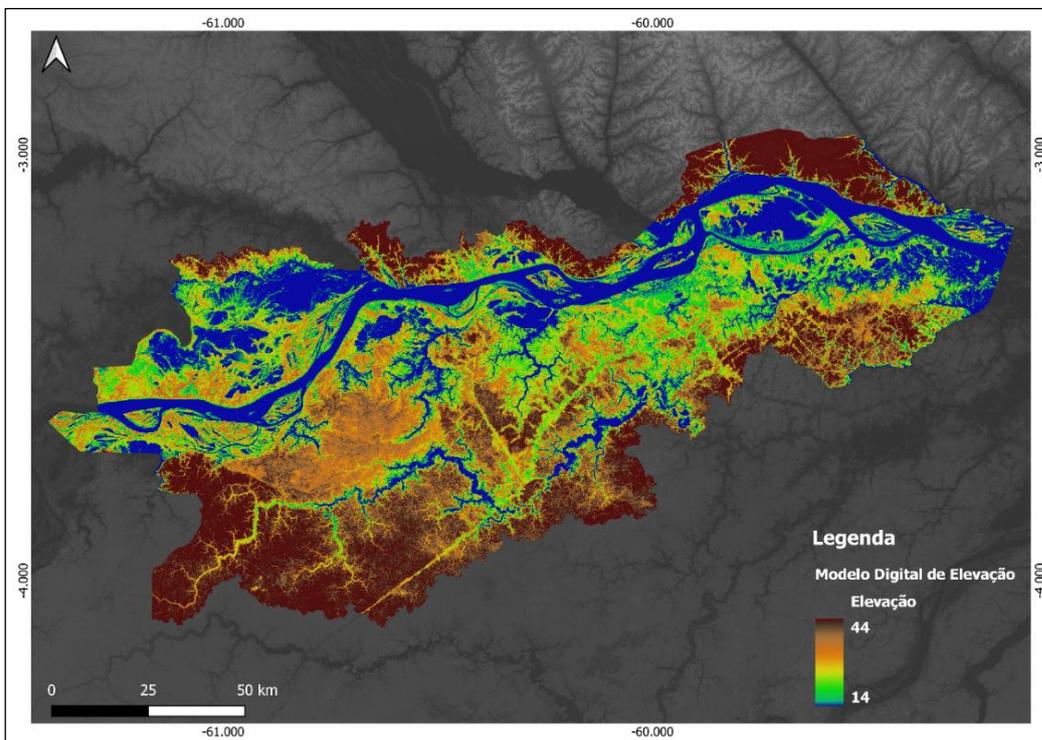
Fonte: Gonçalves, 2024

O Satélite Avançado de Observação Terrestre (ALOS) é um dos mais novos sensores de satélite com capacidade de coleta estéreo e foi desenvolvido pela Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial (JAXA), sua precisão de elevação também está

entre as melhores do mundo como uma versão de malha de 30 metros. A partir de um mosaico de imagens da área de estudo geramos um Modelo Digital de Elevação (DEM) a partir da imagem Alos Palsar onde é exibido a topografia da região, baseando-se nas cores indicativas de diferentes altitudes (Figura 07).

As áreas de maior elevação estão representadas em tons marrom e vermelho, enquanto as regiões mais baixas, que correspondem às áreas inundáveis, estão destacadas em verde, laranja e amarelo. A presença das massas de água, rios principais e seus afluentes, é destacada em azul escuro, a elevação da área de estudo variou entre 14 a 44 metros (Figura 08). Os modelos digitais de elevação são fundamentais para compreender a hidrologia das várzeas, permitindo a identificação de padrões de inundação. Estudos como o de Coe et al. (2007) utilizaram DEMs para modelar a extensão das inundações na Amazônia e entender como as mudanças na topografia afetam os habitats aquáticos.

Figura 08: Modelo Digital de Elevação.

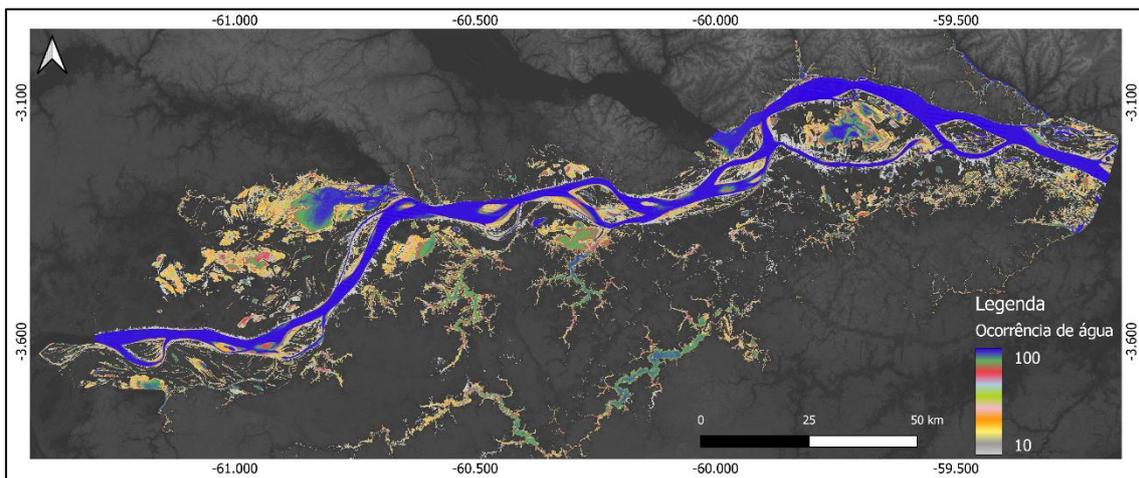


Fonte: Gonçalves, 2024.

Os dados de ocorrência e intensidade de água fornece um resumo da localização e persistência da água na superfície terrestre desde o ano de 1984 a 2022 (Pekel et al., 2016) (Figura 09). Através da recorrência hídrica, é possível avaliar o grau de variabilidade interanual na presença de água, ou seja, a frequência com que a água retorna de um ano para outro, no caso do mapa é expressa como porcentagem. Na figura 09 ainda é possível identificar como a ocorrência de água se concentrou de forma perene ao longo

do Rio Solimões-Amazonas, enquanto nos lagos e na planície de inundação a presença de água variou entre 90 a 30% do tempo. Os fluxos de água entre o rio e a planície de inundação são complexos e podem variar no espaço e no tempo (ALSDORF et al., 2007). Durante a enchente a várzea recebe água e sedimento do rio através de fluxo difuso, esse transporte ocorre principalmente por overbank, quando o nível da água aumenta e ultrapassa a altura das margens laterais, contribuindo para a inundação da planície (DUNNE et al., 1998; RUDORFF et al., 2014).

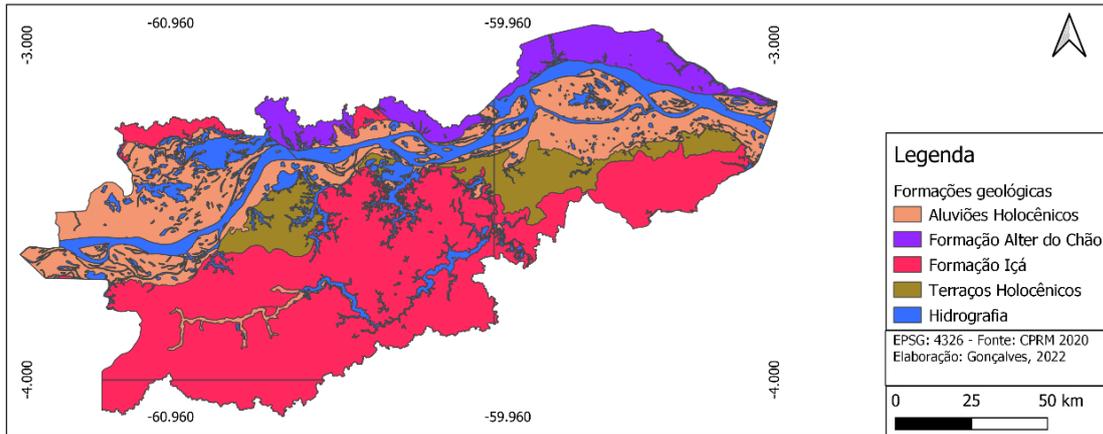
Figura 09: Mapa com as classes de transição de água.



Fonte: Gonçalves, 2024.

A figura 10 apresenta as formações geológicas da área de estudo, que se dividem em formações geológicas como aluviões holocênicos, Formação Alter do Chão, Formação Içá e terraços holocênicos. Estas formações estão diretamente ligadas à história geológica e ao desenvolvimento da paisagem da várzea amazônica. A Formação Alter do Chão é conhecida por suas camadas de arenito que datam do período Terciário e são importantes para a compreensão dos sistemas de rios antigos na região. A Formação Içá é composta por sedimentos finos e representa um período em que a bacia estava sob influência marinha. Os aluviões holocênicos e os terraços holocênicos por sua vez são depósitos mais recentes que refletem a dinâmica fluvial atual e passada, e são cruciais para compreender a sedimentação atual e o desenvolvimento das planícies de inundação. Estas formações estão interligadas com a evolução da Bacia Amazônica e com os processos que formaram a várzea.

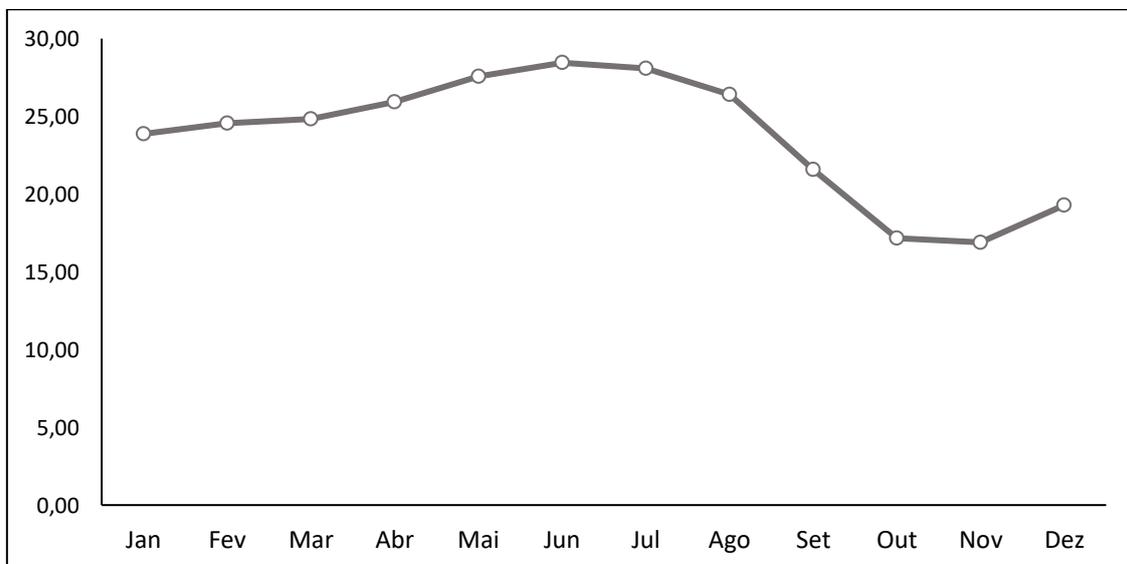
Figura 10: Mapa geomorfológico da área de estudo.



Fonte: Gonçalves, 2024.

Para compreender o processo de formação da várzea é necessário recorrer as formações litoestruturais da Bacia Amazônica que originaram a partir da atuação de vários eventos ao longo das eras Paleozóico e Cenozóico que ocorreram no éon Fanerozóico. O éon Fanerozóico compreende os depósitos aluviais e tem início com o cambriano na era paleozóica e abrange os últimos 542 milhões de anos (MARKOV e KOROTAVEV, 2007). De forma mais precisa, os depósitos aluviais estão relacionados ao período neógeno e a época Holoceno e recebem o nome de Depósitos de Planícies Aluvionares Holocênica (N4a2) são constituídos de areia, silte, argila e cascalho inconsolidados resultado da acumulação de sedimentos de milhares de ano ao longo da calha e das margens dos cursos de água branca.

Figura 11: Variação do nível do rio no ano de 2021, dados da estação do porto de Manaus. Fonte: CPRM, 2021.



Fonte: Gonçalves, 2024.

A paisagem das áreas de várzea na Amazônia está submetida a um ciclo hidrológico, também conhecido como pulso de inundação, este fenômeno pode ser definido como a flutuação do nível do rio, ocasionado pela variação nos padrões de precipitação na bacia e pelo degelo anual dos Andes (Junk et al., 1989) o que consequentemente altera toda a paisagem de várzea. Com o aumento dos níveis de precipitação, ocorre o aumento do nível das águas inundando as planícies laterais adjacentes ou várzeas.

Durante o período de enchente a várzea recebe água e sedimento do canal do rio através de fluxo difuso, esse transporte ocorre principalmente por *overbank*, quando o nível da água aumenta e ultrapassa a altura das margens laterais, contribuindo para a deposição de sedimentos para planície de inundação (Dunne et al., 1998; Rudorff et al., 2014). No período de cheia, ocorre uma homogeneização do ambiente aquático, fazendo com que rios e lagos apresentem características biológicas e ambientais semelhantes (Thomaz et al., 2007). No período de vazante, com o decaimento no nível das águas ocorre o aumento da velocidade e da vazão do rio (Bowen, 1987). No período de seca com a redução no volume de água e a consequente diminuição da profundidade dos lagos, aliado ao efeito dos ventos ocorre a ressuspensão de sedimentos depositados (Alcantara et al., 2010; Junk et al., 2011; Fassoni-Andrade et al 2019).

Considerações Finais

As descobertas deste estudo elucidam as complexas dinâmicas da planície de inundação da Amazônia, destacando sua relevância ecológica e socioeconômica. A compreensão dos padrões de uso da terra, dos processos hidrológicos e das formações geológicas é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação e gestão sustentável na região. As informações obtidas por meio desta pesquisa podem auxiliar formuladores de políticas, partes interessadas e comunidades locais na tomada de decisões informadas, visando preservar a integridade ecológica e promover o equilíbrio entre a conservação do ecossistema amazônico e o bem-estar de seus habitantes. Estudos adicionais e iniciativas colaborativas são indispensáveis para enfrentar os desafios complexos enfrentados pela planície de inundação da Amazônia e assegurar sua sustentabilidade a longo prazo.

Referências

- ALCÂNTARA, E.; NOVO, E.; STECH, J.; LORENZZETTI, J.; BARBOSA, C.; ASSIREU, A.; SOUZA, A. A contribution to understanding the turbidity behaviour in an Amazon floodplain. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 14, p. 351–364, 2010.
- ALSDORF, D.; BATES, P.; MELACK, J.; WILSON, M.; DUNNE, T. Spatial and temporal complexity of the Amazon flood measured from space. *Geophysical Research Letters*, v. 34, p. 1–5, 2007.
- COE, M. T.; COSTA, M. H.; BOTTA, A.; BIRKETT, C. Long-term simulations of discharge and floods in the Amazon Basin. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 112, D2, 2007.
- DUNNE, T.; MERTES, L. A. K.; MEADE, R. H.; RICHEY, J. E.; FORSBERG, B. R. Exchanges of sediment between the flood plain and channel of the Amazon River in Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, v. 110, p. 450–467, 1998.
- FASSONI-ANDRADE, A. C.; PAIVA, R. C. D. Mapping spatial-temporal sediment dynamics of river-floodplains in the Amazon. *Remote Sensing of Environment*, v. 221, p. 94-107, 2019.
- JUNK, W. J. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. 1. ed. Berlin: Springer Verlag, 1997. v. 126, 525 p.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. Canadian Special Publication of Fishery and Aquatic Science, v. 106, p. 110-127, 1989.
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J. M.; WITTMANN, F. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, v. 31, p. 623–640, 2011.
- MARKOV, A. V.; KOROTAYEV, A. V. Phanerozoic marine biodiversity follows a hyperbolic trend. *Paleoworld*, v. 16, p. 311-318, 2007.

PEKEL, J.-F.; COTTAM, A.; GORELICK, N.; BELWARD, A. S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, v. 540, p. 418–422, 2016.

RUDORFF, C. M.; MELACK, J. M.; BATES, P. D. Flooding dynamics on the lower Amazon floodplain: 2. Seasonal and interannual hydrological variability. *Water Resources Research*, v. 50, p. 635–649, 2014.

CAPÍTULO 4 - Impactos ocorridos na paisagem de várzea da Amazônia Central e suas relações com o El Niño Oscilação Sul (ENSO)

Vinícius Verona Carvalho Gonçalves
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

Resumo

A Amazônia possui uma das maiores fontes de biodiversidade do planeta. As áreas de floresta cobrem cerca de 5 milhões de km² e contém mais de 10.000 espécies de árvores. No entanto, o domínio florestal da Amazônia não é homogêneo e apresenta variações florestais ao longo do gradiente amazônico. Dentre estes domínios, as florestas de várzea correspondem à segunda maior formação florestal da bacia amazônica e ocupam uma área de aproximadamente 315.000,0 km². Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo foi mapear e quantificar as transformações ocorridas na paisagem de várzea na área de estudo no intervalo de 20 anos e correlacionar as transformações na paisagem ao ENSO (El Niño-Oscilação Sul). A plataforma Google Earth Engine foi utilizada para gerar mapas e processar imagens de satélite. As áreas de várzea foram mapeadas com base em imagens de radar e corrigidas por estudos posteriores. O NDVI foi usado para analisar a dinâmica da vegetação. A perda de floresta foi analisada com dados do projeto GLAD. A dinâmica da área alagada e das cicatrizes de queimadas foi analisada com dados do MapBiomas Água e Fogo. Utilizamos correlação de Spearman para verificar se existe relação entre as variáveis analisadas. Nossos resultados demonstraram que os eventos ENOS estão diretamente associadas as queimadas, sendo os eventos de El Nino, propulsores de queimadas nas áreas de várzea e as queimadas estão diretamente associadas com o desmatamento. Diante disso torna imprescindível que em anos de El Nino medidas sejam tomadas para conter as queimadas em áreas de várzea.

Palavras-chave: Amazônia, Várzea, Google Earth Engine, Sustentabilidade

Abstract

The Amazon possesses one of the largest sources of biodiversity on the planet. Forest areas cover about 5 million km² and contain more than 10,000 tree species. However, the forest domain of the Amazon is not homogeneous and presents forest variations along the Amazonian gradient. Among these domains, the floodplain forests correspond to the second largest forest formation in the Amazon basin and occupy an area of approximately 315,000.0 km². Within this context, the aim of this study was to map and quantify the transformations that occurred in the floodplain landscape in the study area over a 20-year period and correlate landscape transformations to the ENSO (El Niño-Southern Oscillation). The Google Earth Engine platform was used to generate maps and process satellite images. Floodplain areas were mapped based on radar images and corrected by subsequent studies. NDVI was used to analyze vegetation dynamics. Forest loss was analyzed using data from the GLAD project. The dynamics of flooded areas and burn scars were analyzed using data from the MapBiomas Water and Fire. We used Spearman correlation to verify if there is a relationship between the analyzed variables. Our results have shown that ENSO events are directly associated with wildfires, with El Niño events being drivers of wildfires in floodplain areas, and wildfires being directly associated with deforestation. Therefore, it is essential that measures be taken to contain wildfires in floodplain areas during El Niño years.

Key-Worlds: Amazon, Floodplain, Google Earth Engine, Sustainability

Introdução

A Amazônia possui uma das maiores fontes de biodiversidade do planeta (Souza *et al.* 2022). As áreas de floresta cobrem cerca de 5 milhões de km² e contém mais de 10.000 espécies de árvores (ter Steege *et al.*, 2019). Uma característica em comum de todos os domínios florestais da Amazonia é que elas se encontram atualmente sob enorme pressão, como o agronegócio, energia e apropriação de terras (Azevedo-Ramos; Moutinho, 2018), além da influência de políticas de financiamento agrícola equivocadas que promovem a degradação dos recursos florestais (Pailler, 2018). Apenas nos entre os anos de 2019 a 2022, cerca de 32.500 km² da Floresta Amazônica brasileira foram desmatados (PRODES-Terrabrasilis/INPE, 2022).

Dentre as principais causas para a degradação florestal, destacam-se o desmatamento e os incêndios florestais. O desmatamento em grande parte é associado a conversão da floresta em pastagem, exploração madeireira ilegal, rodovias entre outros (Fearnside, 2017b; Jakimow *et al.*, 2018; Sauer, 2018). Os incêndios florestais por sua vez, têm sido utilizados para expansão das atividades agrícolas se tornando uma causa crescente de degradação ambiental na região (Faria *et al.*, 2017).

No entanto, o domínio florestal da Amazônia não é homogêneo e apresenta variações florestais ao longo do gradiente amazônico. Dentre estes domínios, as florestas de várzea correspondem à segunda maior formação florestal da bacia amazônica e ocupam uma área de aproximadamente 315.000,0 km² (Araújo *et al.*, 1986). As florestas de várzea possuem uma biodiversidade arbórea altamente complexa, com mais de 900 espécies tolerante a inundação, sendo a floresta alagada com maior riqueza de espécies de planta do globo (Wittman *et al.*, 2006). As várzeas são responsáveis por oferecer diversos serviços ecossistêmicos para a população rural e urbana, como a captação de água, fornecimento de madeira, caça, pesca, agricultura, extrativismo e, boa parte da produção agrícola transportada para os centros urbanos (Petrere *et al.*, 2010; Fraxe *et al.*, 2000; Gonçalves; Freitas, 2020). Diversos serviços ecossistêmicos são atrelados as florestas de várzea, sendo estas, uma importante fonte de recursos madeireiros e não madeireiros para a grande parte da população rural da Amazônia, além de sustentar uma das pescarias de água doce mais produtivas do mundo (Wittman *et al.*, 2010; Castello *et al.*, 2013; Lobon-Cerviá *et al.*, 2015; Reno *et al.*, 2017; Castello *et al.*, 2019).

Contudo, apesar da importância das florestas de várzea as estatísticas de monitoramento e desmatamento no Brasil, como órgãos governamentais (Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e Sistema Integrado de Proteção da Amazônia SIPAM, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e não governamentais (IMAZON, Instituto Socioambiental - ISA e MAPBIOMAS) não incluem estimativas sobre as florestas de várzea, uma vez que a consideram áreas de vegetação secundária. Isso ocasiona um vazio de informações e dados para subsidiar a adoção de políticas públicas.

Recentemente, foram relatados redução de aproximadamente 56% da área da floresta várzea entre os anos de 1970 e 2008 (Reno *et al.*, 2011), como principais causa para o desmatamento nessas áreas, os autores destacaram à pecuária, a plantações de eucalipto e a expansão urbana.

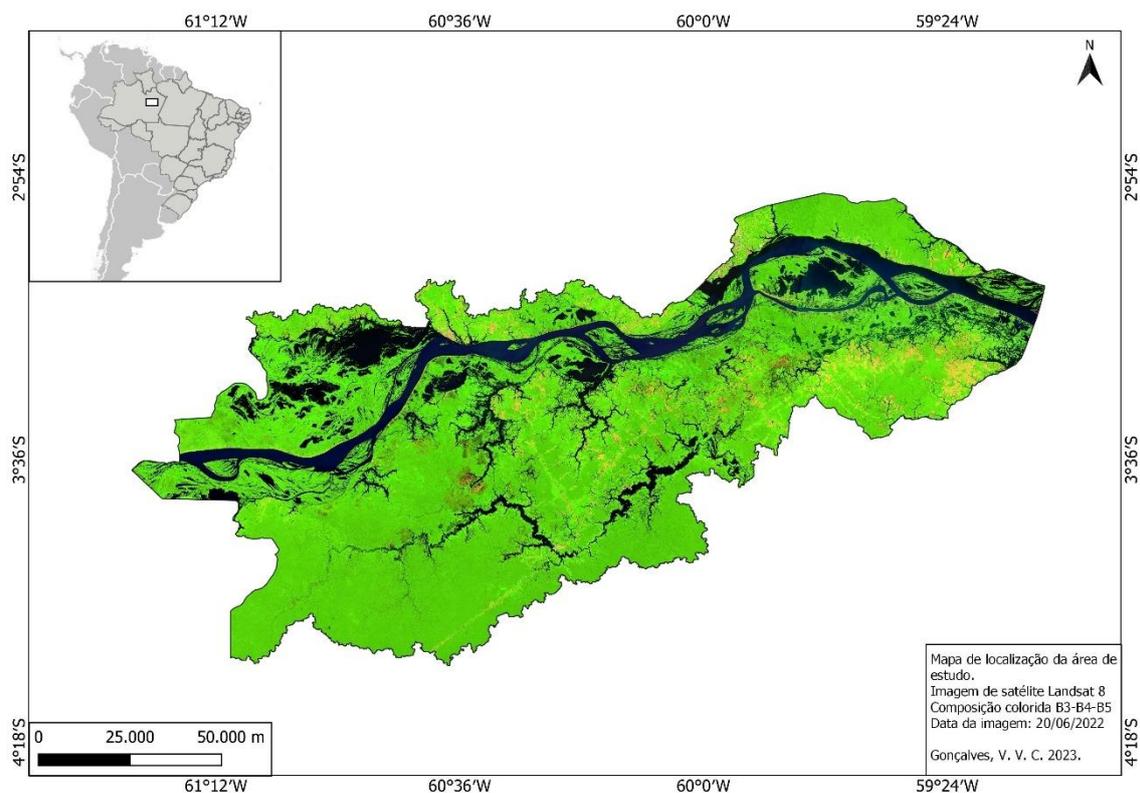
Neste contexto, a floresta de várzea é de fundamental importância para a manutenção do ecossistema aquático, terrestre para populações ribeirinhas, havendo a necessidade da geração de conhecimento para o subsídio de políticas públicas de controle das florestas e dos impactos a ela associados. Dentro deste contexto, este artigo teve como objetivo mapear as transformações ocorridas na paisagem de várzea na área de estudo no intervalo de 20 anos, identificando possíveis relações com o indicador climático Niño. Estas transformações consistiram em análise da vegetação, perda de floresta de várzea, queimadas e na dinâmica da superfície de água

Materiais e Métodos

Área de estudo

A área de estudo compreende um gradiente do Rio Solimões/Amazonas, que está localizado na região metropolitana de Manaus, entre os paralelos -61°59'17'' e --60°15'40'' de latitude sul e os meridianos -3°52'24'' e -4°48'37'' de longitude oeste de *Greenwich*. Ocupa uma área de 1.144.825 hectares e é composta por 5 municípios inseridos total ou parcialmente em seus limites (Manaus, Manacapuru, Iranduba, Careiro, Manaquiri e Careiro da Várzea) (Figura 12). Para a contextualização da área de estudo, optou-se por organizar e sintetizar as informações de forma que possibilitassem identificar e caracterizar os principais fatores condicionantes que determinam dinâmica da área.

Figura 12: Localização da área de estudo.



Fonte: Gonçalves, 2024.

A área de estudo localiza-se numa região também conhecida como Amazônia Central, a várzeas nessa região possui dimensões laterais que podem variar de 20 a 100 km (Saint-Paul e Bayley, 1979; Junk, 1980; Junk *et al.*, 2020). Há uma alta diversidade de lagos, com grande variabilidade de tamanhos, baixa profundidade, diferentes formas e níveis de conexão com o canal principal (Sioli, 1991; Esteves, 1998). Nos lagos e na área de transição entre estes e a porção mais alta da várzea (várzea alta), há o predomínio de vegetação alagada, incluindo florestas e pradarias de capins flutuantes, funcionando como locais de alimentação, reprodução e refúgio para numerosas espécies de animais aquáticos, incluindo boa parte dos principais peixes de interesse da pesca comercial da região Amazônica (Goulding, 1980; Junk, 1997; Siqueira-Souza *et al.*, 2016).

Metodologia

Coleta de dados

Para mapear delimitar as áreas de várzea utilizamos uma máscara de áreas inundáveis produzida por Hess et al (2003) e Melack e Hess (2003), a partir de imagens de radar em banda-L do satélite JERS-1 (*Japanese Earth Resources Satellite-1*). Posteriormente essa máscara foi corrigida por Rennó et al. (2013) e Ferreira et al. (2013) em termos de posicionamento e delineamento. Para geração de mapas e processamento de imagens de satélite, utilizamos a plataforma *Google Earth Engine* (GEE). O GEE é

uma plataforma de computação em nuvem que permite a análise geoespacial em escalas planetárias. Tendo surgido recentemente, o GEE facilita o acesso à computação em nuvem de alto desempenho com um grande catálogo de dados de observação da Terra, além de possibilitar o processamento em escala global (Midekisa *et al.*, 2017). É realizado via processamento em vários servidores, acelerando assim as análises em grande escala temporal e espacial (Dong *et al.*, 2016; Gorelick *et al.*, 2017).

Para análise da dinâmica da vegetação utilizamos o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Embora existam vários índices de vegetação (NDVI, EVI, SAVI etc.), o NDVI é o mais utilizado, sobretudo em estudos de estimativa de biomassa (Wang *et al.*, 2005; Chirici *et al.*, 2007). O NDVI é obtido pelas bandas de reflectância do vermelho e do infravermelho próximo da seguinte fórmula (Equação 2):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Para análise da perda de floresta utilizamos o conjunto de dados global originado da colaboração entre o laboratório GLAD (*Global Land Analysis & Discovery*) na Universidade de Maryland, a Google, a USGS e a NASA. O GLAD mede áreas de perda da cobertura da árvore em todo o planeta com resolução por pixel de aproximadamente 30 × 30 metros (Hansen *et al.*, 2013). Os dados foram gerados usando imagens de satélite multiespectral do sensor mapeador temático (TM) do satélite Landsat 5, do sensor mapeador temático plus (ETM+) do Landsat 7 e dos sensores *Operational Land Imager* (OLI) do Landsat 8. Os dados de Hansen *et al.* (2013) foram obtidos diretamente do site, acessando o link: <https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.

Para obtenção, quantificação e análise da dinâmica da área alagada foi utilizado dados da coleção 2.0 do método do Mapbiomas Água, os quais fornecem o processo de classificação automática a partir de mosaicos dos satélites Landsat 5 *Thematic Mapper* (TM), Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) e Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI). O Mapbiomas Água utiliza as bandas espectrais do visível e do infravermelho próximo e médio para a aplicação do Modelo Espectral de Mistura (MEM). A classificação da superfície é baseada nas bandas composicionais do MEM e em regras de decisão *fuzzy* para obter mapas de associação (Membership de água) de ocorrência de água no pixel Landsat. As cenas foram adquiridas gratuitamente por meio do script (*toolkit*) do próprio Mapbiomas, que tem funcionalidade na plataforma em nuvem *Google Earth Engine* (GEE) e se encontra disponível para acesso na mesma. O

método de coleta dos dados do mapbiomas-agua pode ser consultado no link: <https://brasil.mapbiomas.org/metodo-mapbiomas-agua/>

Para obtenção, quantificação e análise das cicatrizes de queimadas foi utilizado dados da coleção 2.0 do MAPBIOMAS Fogo, os quais fornecem o processo de classificação automática a partir de mosaicos do satélite Landsat. As cenas foram adquiridas gratuitamente por meio do script, que tem funcionalidade na plataforma em nuvem *Google Earth Engine* (GEE). Em todos os conjuntos de dados utilizados, perda de floresta, queimadas, água, a série histórica corresponde aos anos 2001 a 2020.

Após o recorte das imagens para a área de várzea delimitada, realizou-se a conversão dos arquivos em formato Geo Tiff para shapefile dos dados adquiridos por meio da plataforma, em seguida, foi realizado a quantificação anual em hectares das cicatrizes de queimadas, perdas por desmatamento e dinâmica da água. Para o processamento final dos mapas e construção dos layouts, utilizamos o software Qgis,

Índice Oceanic Niño (ONI)

Os dados mensais do ENSO de 2001 a 2022 foram obtidos da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA). Os dados ENSO são fornecidos pelo Índice Oceanic Niño (ONI), para o qual valores menores ou iguais a -0,5 representam eventos La Niña e valores maiores ou iguais a 0,5 representam eventos El Niño (Fig. 2 a). Os valores de ONI são calculados como médias trimestrais da anomalia ERSST.v5 SST para a região Niño 3.4 (ou seja, 5° N–5° S, 120°–170° W; Huang et al., 2017). Valores entre -0,5 e 0,5 representam períodos Neutros quando nenhum dos eventos teve força para ocorrer (isto é, ausência de eventos ENOS).

Análise da dados

Para análise estatística, os resultados obtidos foram transferidos para o Excel, ao qual foi adotado o cálculo para conversão dos dados em percentual, considerando todos os anos da série temporal, posteriormente, foram realizadas as tabulações e gráficos das áreas. Para análise de dados utilizamos a Correlação de Spearman, coeficiente que mede a força e a direção da relação linear entre duas variáveis. Onde valores negativos e em torno de -1 significam correlação linear negativa perfeita, valores em torno de 0 sem correlação linear e valores positivos e em torno de 1 indicam correlação linear positiva perfeita. As variáveis utilizadas nas análises foram:

Queimadas – área em hectares de cicatrizes de queimadas em florestas de várzea.

Desmatamento - área em hectares de floresta de várzea desmatada.

El Niño - Índice de El Niño-Oscilação Sul (ENOS).

Hidrografia - densidade da rede hidrográfica em hectares

Ano - ano de referência dos dados 2001 a 2022.

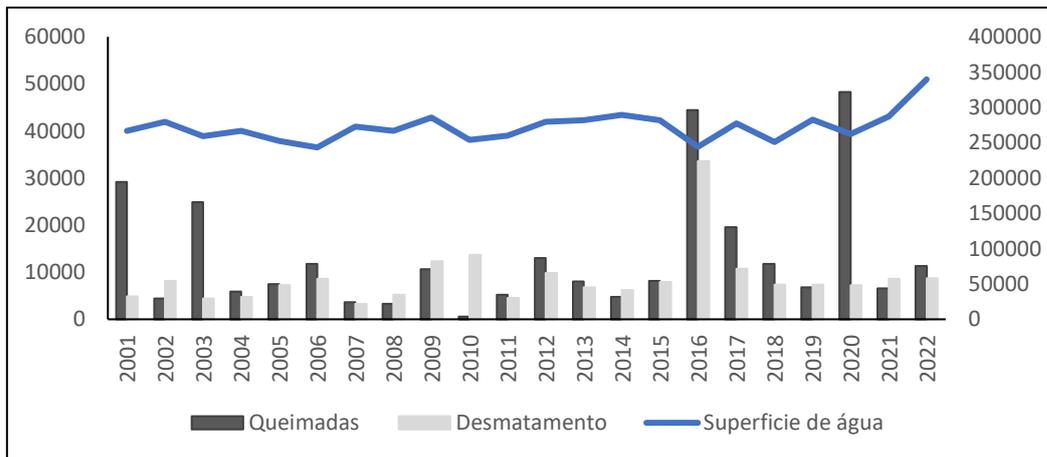
Durante a análise estatística, os dados foram processados utilizando o software R (R Core Team, 2022), que é amplamente utilizado em pesquisas científicas.

Resultados

Em relação as análises de correlação, estas respondem nossas questões de estudo, onde os resultados mostraram que: (i) as queimadas estão diretamente associadas com o desmatamento; (ii) os eventos ENOS estão diretamente associadas as queimadas. Durante o período de 2001 a 2022 as queimadas e o desmatamento atingiram uma área de mais de 511.367,79 hectares. A figura 13 ilustra a dinâmica do desmatamento e cicatrizes de queimadas durante este período e fornece uma visão das tendências e flutuações ao longo de duas décadas analisadas. O desmatamento foi responsável pela perda de 191.649,91 hectares e a taxa média anual de desmatamento foi de 8.711,36 hectares. O ano com maior taxa de desmatamento foi 2016, com 33.552,45 hectares desmatados e o ano com menor taxa de desmatamento foi 2007, com 3.332,73 hectares desmatados.

As queimadas atingiram 319.717,88 hectares e a média anual de cicatrizes de queimadas foi de 14.532,63 hectares queimados entre 2001 e 2022. O ano com maior número de cicatrizes de queimadas foi 2015, com 81.097,26 hectares e o ano com menor número de cicatrizes de queimadas foi 2010, com 583,26 hectares. No ano de 2016 há um aumento concomitante das taxas de desmatamento e queimadas, com as queimadas atingindo maiores áreas. No ano de 2020 ocorre o maior valor no número de cicatrizes de queimadas, atingido 48.248 hectares de registrados.

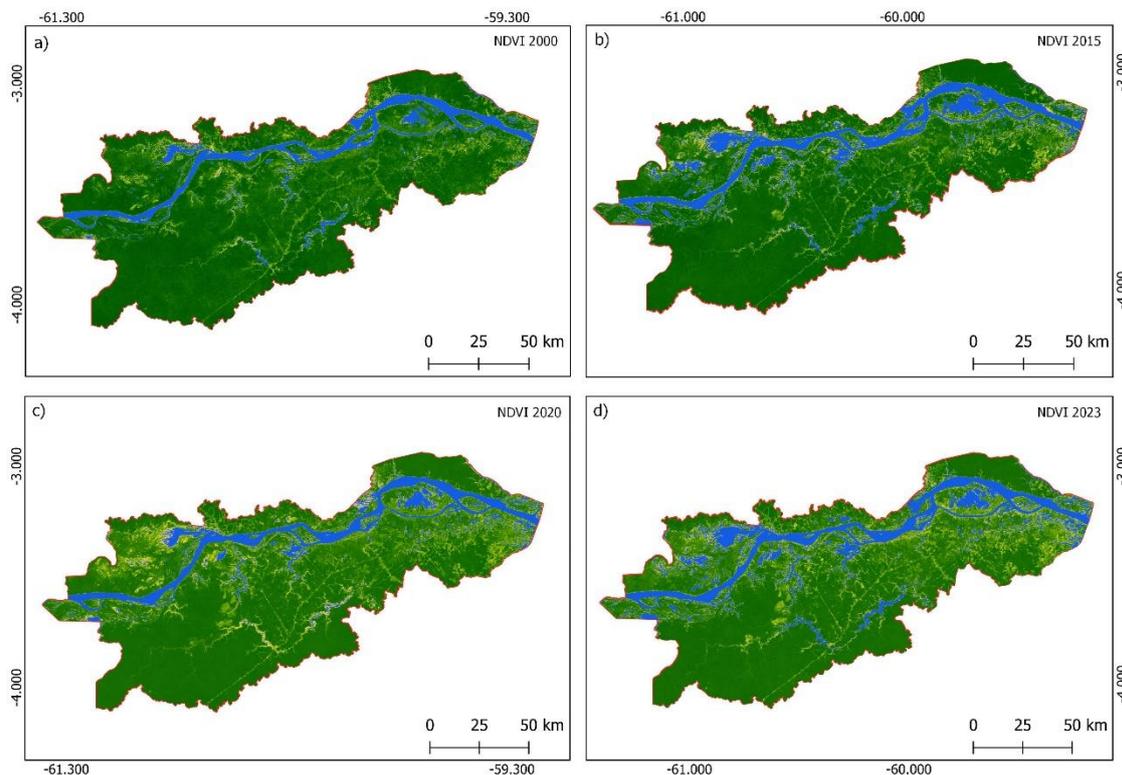
Figura 13: Evolução temporal da perda de floresta de várzea por desmatamento e queimadas entre os anos de 2001 e 2022.



Fonte: Gonçalves, 2024.

A figura 14 contém quatro mapas NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index* da Amazônia, correspondentes aos anos de 2000, 2015, 2018 e 2023, e oferece uma visão sobre as mudanças na cobertura vegetal da área de estudo ao longo do tempo. Conforme dito, o NDVI é um índice que mede a saúde e a densidade da vegetação, variando de -1 a 1, onde valores mais altos indicam vegetação mais densa e saudável. A análise desses mapas revela as tendências de desmatamento, regeneração e alterações na saúde da vegetação devido a fatores naturais e antrópicos.

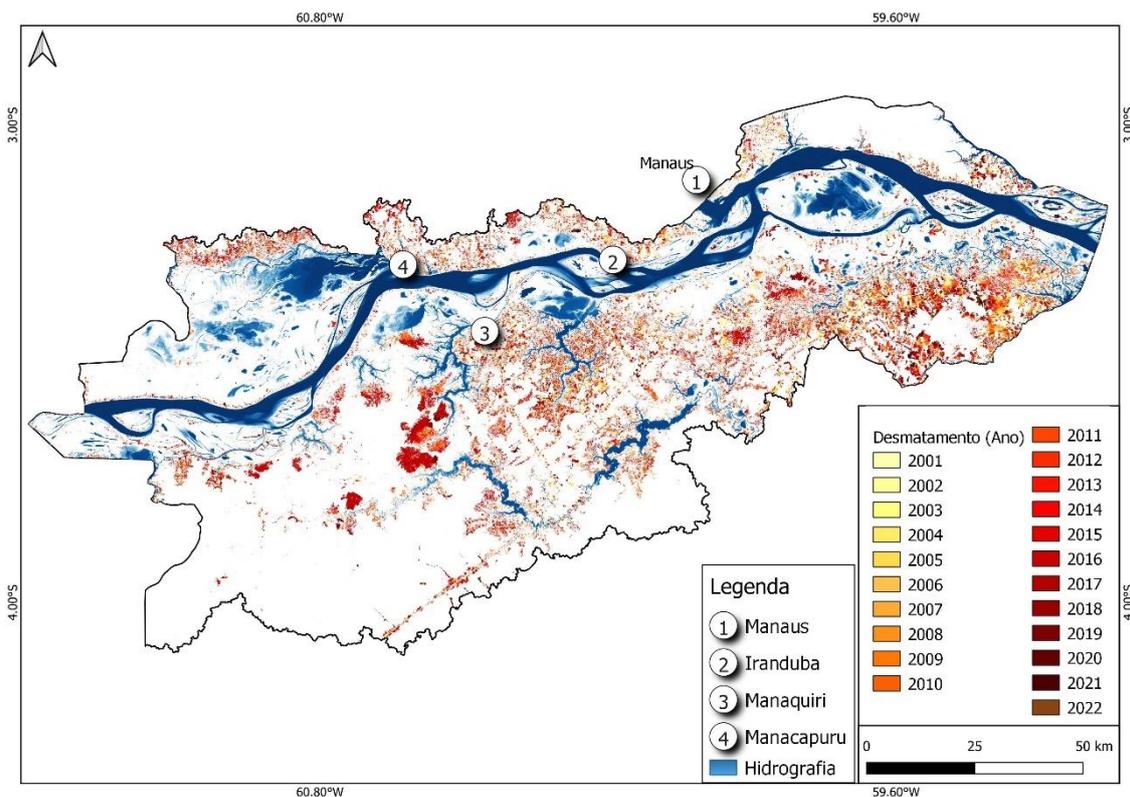
Figura 14: Mapa NDVI da área de estudo – a) Mapa NDVI 2000, b) Mapa NDVI 2015, c) Mapa NDVI 2020, d) Mapa NDVI 2022.



Fonte: Gonçalves, 2024.

A figura 15 mostra o mapa de desmatamento da área de estudo para os anos de 2001 a 2022, nas cores amarelo descrevem o desmatamento ocorrido nos anos de 2001 a 2005, as cores laranja o desmatamento de 2006 a 2011, as cores vermelhas o desmatamento de 2012 a 2019 e as cores marrom o desmatamento de 2020 a 2022. São definidas as localidades de Careiro da Várzea, Manaus, Iranduba, Manaquiri e Manacapuru.

Figura 15: Mapa de desmatamento entre os anos de 2001 e 2022.

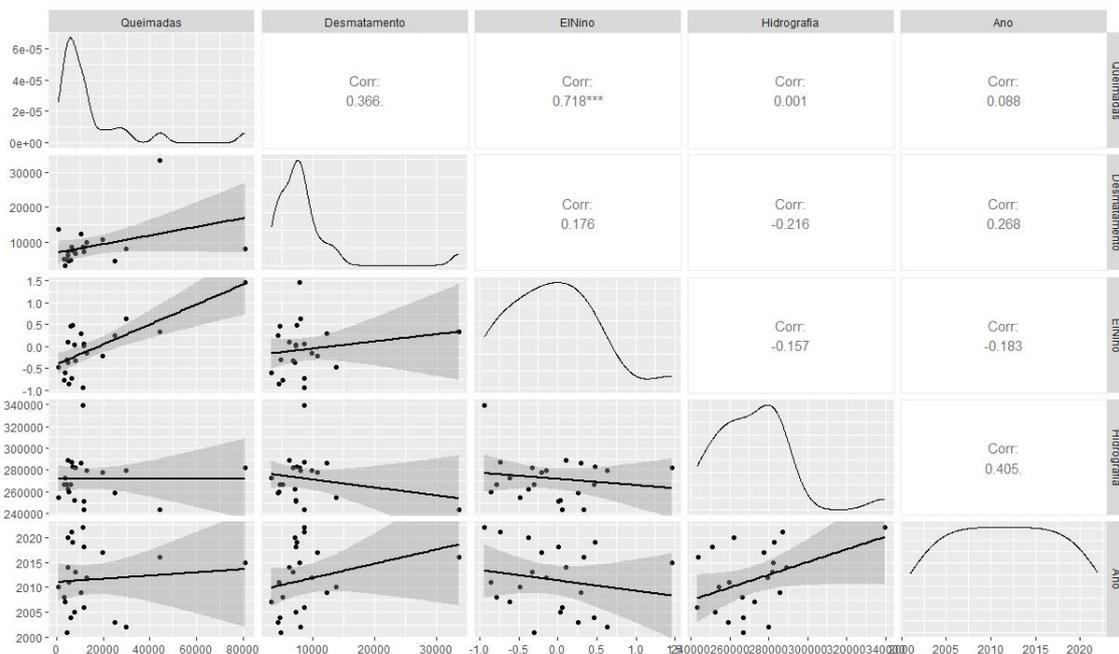


Fonte: Gonçalves, 2024.

Em relação as análises de correlação, os resultados variaram conforme as variáveis selecionadas, as queimadas apresentaram correlação positiva forte com a variável desmatamento (0,366), indicando que o aumento das queimadas está correlacionado com o aumento do desmatamento. As queimadas também apresentaram correlação positiva forte com a variável El Niño (0,718) indicando que eventos climáticos extremos favorecem a ocorrência de queimadas nas florestas de várzea. As queimadas apresentaram ainda correlação negativa fraca com variável hidrografia (0,01) e com a variável anos (0,088), indicando não haver relação entre estas variáveis. Para o desmatamento os resultados das análises evidenciaram correlação positiva fraca com El Niño (0,176), correlação negativa fraca com hidrografia (-0,216) e correlação positiva fraca com a

variável ano (0,268). A variável El Niño apresentou correlação negativa fraca com a hidrografia (-0,157) e correlação positiva fraca com os anos (-0,183). Por fim, a hidrografia apresentou correlação positiva forte com a variável ano (-0,405). Em relação as análises que apresentaram correlação estatisticamente significativa a um nível de $p < 0,05$, estão as queimadas com o desmatamento, as queimadas com o El Niño e a hidrografia com os anos, estes resultados podem ser observados na matriz de correlação com asteriscos ou ponto ao lado do valor da correlação (Figura 16).

Figura 16: Matriz de correlação das variáveis.



Fonte: Gonçalves, 2024.

Discussão

As primeiras ocupações na Amazônia ocorreram a aproximadamente 12.000 anos atrás (Roosevelt et al., 1996). Essas ocupações ocorreram de forma difusa, predominando em ambientes como florestas de terra firme e áreas de várzea (Roosevelt, 1994, 2002; Oliver, 2001). Pesquisas baseadas em achados arqueológicos, ricos de detritos em cerâmica, também confirmam que de fato houve o estabelecimento de aldeias de horticultores ao longo das principais várzeas amazônicas há aproximadamente 4.500 e 2.000 anos atrás (Heckenberger et al., 1999). Sendo desta, forma as áreas de várzea a receberem as primeiras aglomerações urbanas com chegada dos colonizadores europeus o que levou a um predomínio e intensificação no uso de recursos naturais, sendo esta utilização ocorrendo muitas vezes de forma irracional (Gonçalves et al. 2020).

Desmatamento

Em nossa série histórica percebemos flutuações nas taxas de desmatamento e queimadas para a área de estudo. Para as taxas de desmatamento, estas alterações seguiram padrões semelhantes ao PRODES (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia) onde o desmatamento permaneceu alto nos anos de 2001 a 2004, e a partir dos anos de 2005, as taxas de desmatamento caíram até atingir seu ponto mais baixo no ano de 2012, a partir disso, houve oscilações sendo em sua maioria com valores progressivos. Em relação as quedas que ocorreram nas taxas de desmatamento, essa tendência pode ser atribuída a diversos fatores, como o aumento da fiscalização ambiental, a implementação de políticas públicas mais rígidas e o crescimento da consciência ambiental por parte da população.

Partindo de um contexto histórico, as florestas de várzea, tiveram forte impacto com o início da produção de juta (*Corchorus Capsularis*) e malva (*Urena Lobata*) que teve ocorreu na Amazônia nos anos de 1930 e refletiram até o início dos anos de 2000 a 2005 tendo no ano de 2004 um grande incentivo governamental. A juta foi cultivada com sucesso nas áreas de várzea na Amazônia, sendo o Amazonas o primeiro estado a produzi-la, e a malva por sua vez é nativa da região amazônica, porém se adaptou bem nas áreas de várzea e o processo de extração de suas fibras demonstrou êxito na região. A juta e malva na região Amazônica foram e ainda são cultivadas em pequena escala, em áreas que variam de 01 a 04 hectares, e o nível da tecnologia corresponde ao de uma exploração familiar. O processo desta cultura ainda segue modelos e técnicas rudimentares, havendo pouca ou nenhuma introdução de tecnologias e modificações nos processos produtivos (Silva, 2013). No estado do Amazonas a produção destas duas fibras chegou a representar 20% da renda do setor primário e empregar 51% da população amazonense desse setor (IFIBRAM, 1976; Noda, 1985) tendo sua implementação grande influência do governo do estado e de imigrantes japoneses (Fraxe, 2011). A produção de malva e juta perdurou por muitos anos e teve grande contribuição para a ocupação das áreas de várzea, com o declínio dessas culturas, o ecossistema de várzea passou a ser utilizado para extração de madeiras nobres, criação de búfalos e gado (Junk et al. 2020).

Sabe-se que a diversidade de árvores na várzea é utilizada para diversos propósitos (Junk, 2020), sendo uma importante fonte de recursos madeireiros e não madeireiros para a grande parte da população rural da Amazônia, além de contribuir para a construção de casas e barcos (Sena et al 2020). Apesar dessa diversidade florestal, existem aproximadamente 130 espécies que são utilizadas e comercializadas para

produção madeireira. De acordo com Wittmann et al. (2009) cerca de 80 espécies de árvores podem ser classificadas como madeira branca (espécies de baixa de densidade de madeira $< 0,60 \text{ g/cm}^3$) e espécies de madeira pesada (densidades superiores a $0,60 \text{ g/cm}^3$), onde cada espécie possui suas características e possibilitam diferentes produtos no seu manuseio, no caso da madeira branca o produto final da origem a compensados e laminados enquanto espécies de madeira pesada tem seu uso predominante na construção civil e naval. Segundo Lima et al. (2005) a exploração de recursos madeireiros da várzea se concentra principalmente nas espécies que madeira clara, altamente requisitada pelas indústrias de compensados e laminados. A preocupação com a exploração das florestas de várzea para a indústria de compensados é antiga e vem sendo bem documentada, Higuchi et al. (1994) identificaram que esta indústria está em expansão, fazendo com que as florestas de várzea se tornem mais atrativas para exploração. Além disso, variáveis como custos do corte e do transporte são mais baratos em relação as florestas de terra firme e características como acesso a água também tornam a exploração das florestas de várzea mais vantajosa, pois, possibilitam que a madeira seja transportada em períodos de enchente-cheia (Barros, 1991).

Tabela 3: Principais espécies madeireiras exploradas em áreas de várzea.

Nome Científico	Nome Comum
<i>Virola</i> spp. (Myristicaceae)	Virola
<i>Hura crepitans</i> (Euphorbiaceae)	Sanduíva
<i>Maquira coriacea</i> (Moraceae)	Marupá
<i>Ceiba pentandra</i> (Malvaceae)	Sumaúma
<i>Manilkara</i> spp. (Sapotaceae)	Maçaranduba
<i>Cedrela odorata</i> (Meliaceae)	Cedro
<i>Calophyllum brasiliense</i> (Calophyllaceae)	Guanandi
<i>Ocotea cymbarum</i> (Lauraceae)	Canelinha
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Rubiaceae)	Mulateiro
<i>Copaifera</i> spp. (Fabaceae)	Copaíba

Dentre os problemas da exploração madeireira de várzea estão o desconhecimento de parâmetros como taxas de crescimento, estruturas populacionais e dinâmica de regeneração, além de planos de manejo (Schongart, 2020). Outro problema na exploração madeireira de várzea é a ausência de estatísticas sobre o desmatamento nessas regiões, uma vez que boa parte dos estudos se concentram no desmatamento de

terra firme. Reno et al (2011), avaliando as mudanças na cobertura da terra entre 1970 e 2008, identificaram que metade da cobertura florestal da planície aluvial do Baixo Amazonas foi degradada, aproximadamente 3.457 km², sendo a agricultura e a pecuária a principal causa deste desmatamento.

Normalized Difference Vegetation Index - NDVI

Para os mapas NDVI, o mapa de 2000 serve como uma linha de base para entender o estado original da vegetação na Amazônia no início do século. Percebe-se que a cobertura de vegetação se encontra mais densa, refletindo áreas de floresta mais preservadas. As áreas com NDVI alto indicam florestas primárias, enquanto valores mais baixos podem representar áreas já afetadas por atividades humanas ou variações naturais na densidade da vegetação.

O mapa de 2022 fornece parâmetros sobre as tendências atuais de desmatamento e conservação. Políticas ambientais implementadas nos anos anteriores, mudanças no uso da terra e esforços de conservação podem influenciar os padrões de NDVI observados. Este mapa é crucial para avaliar a eficácia das medidas de proteção da Amazônia e identificar novas áreas sob risco de desmatamento. O índice NDVI foi utilizado para compreender a dinâmica da vegetação na área de estudo devido à sua capacidade única de fornecer uma visão detalhada e abrangente da cobertura vegetal. O NDVI é particularmente sensível às variações na reflectância das plantas, possibilitando identificar não só a presença de vegetação, mas também a sua saúde e vigor.

Queimadas

As florestas de várzea são um dos ecossistemas mais sensíveis, dinâmicos e vulneráveis da Amazônia Brasileira (Castello et al. 2013; Queiroz, 2013; Magalhães et al., 2015), possuem uma recuperação lenta e às vezes irreversíveis quando perturbados, sendo considerados menos resilientes em relação às florestas de terra firme (Fortini et al., 2006; Schöngart, 2008; Flores et al. 2017). Em florestas alagadas, o fogo possui caráter ainda mais nocivo uma vez que elas são mais propensas a serem danificadas pelo fogo em relação as florestas de terra firme e a perda de cobertura florestal é maior após um episódio de queimada, conforme destacado por Flores et al (2017). Os autores ainda destacaram

O uso do fogo na Amazônia tem forte caráter sociocultural sendo utilizado há muito tempo para o manejo da terra e outras atividades de subsistência por populações indígenas e tradicionais (OLIVEIRA et al., 2007; FREITAS et al., 2013). Popularmente

conhecido como agricultura de corte e queima ou coivara, esta prática influencia características do solo, a composição da vegetação e a dinâmica das florestas amazônicas desde os tempos pré-colombianos (Bush et al. 2008 , Schwartzman et al. 2013). O uso do fogo para agricultura tem resultado em grandes queimadas na Amazônia, tendo um aumento sem precedentes durante as últimas décadas (Davidson et al 2012; Aragão et al 2018). Aliado ao fator sociocultural, as queimadas têm sido potencializadas por eventos de seca extrema que atuam transformando simultaneamente habitats naturais em áreas degradadas (Aragão et al. .2008; Aragão et al (2014); Stall et al 2020). e tem sua consequência na agricultura de corte e queima, o que contribui para o desmatamento e a degradação floresta (Davidson et al., 2012; Aragão et al., 2018; Faria et al, 2017).

No que diz respeito a vegetação de várzea, cabe ressaltar uma especificidade que estas áreas possuem quanto a sua vulnerabilidade e resiliência. Recentemente Flores et al. (2018) publicaram um artigo na *Proceedings of the National Academy of Sciences – PNAS*, mostrando que os incêndios em várzeas têm um impacto mais forte e duradouro na estrutura da floresta, bem como na fertilidade do solo do que incêndios em florestas de terra firme.

Dessa forma, queimadas e períodos de seca extrema, quando combinados, podem ter efeitos devastadores nas florestas várzea prejudicando seu desenvolvimento e recuperação. Em relação ao ano de 2020 ter apresentado o maior número de cicatrizes de queimadas, pode estar relacionado aos eventos específicos ocorridos na Amazônia brasileira em agosto de 2019, perdurando até o ano de 2020. Neste período, houve um aumento significativo no número de incêndios florestais na região, o que gerou preocupações e críticas em relação às práticas de desmatamento e uso do fogo para limpeza de terras na Amazônia.

El Niño Oscilação Sul (ENOS)

Os eventos El Niño e La Niña, componentes do ciclo climático ENSO (El Niño-Oscilação Sul), geram mudanças ambientais significativas que impactam as comunidades ecológicas em diferentes escalas temporais e espaciais (Glynn et al., 2017; Pineda et al., 2019). Pôde-se perceber que entre os anos de 2015 e 2022 houve oscilações positivas nas taxas de desmatamento e queimadas, no entanto, estes aumentos foram percebidos em toda a Amazônia Legal. Alguns autores atribuem este aumento a fatores socioeconômicos, culturais, jurídico, políticos e ausência de fiscalização e controle por parte dos órgãos ambientais (Muno et al 2016). Fenômeno semelhante foi evidenciado na

Indonésia, onde os autores perceberam a ocorrência de incêndios mais intensos e prolongados durante o El Niño o que ressalta a variabilidade dos impactos climáticos não apenas na Amazônia, mas em diferentes partes do globo e em escala global.

Os anos de 2015-16 também se destacam como um ponto de inflexão, neste ano, ocorreu um evento El Niño de forte magnitude, sendo também um ano marcado por aquecimento recorde e seca extrema na floresta amazônica. Os efeitos do El Niño de 2015-2016 reduziram a produtividade primária líquida da floresta e aumentaram a mortalidade da copa das árvores o que altera o balanço líquido de carbono florestal a curto e a longo prazo (Leitold et al. 2018). Partindo da premissa de que os ciclos hidrológicos dos grandes rios na Amazônia se integram as anomalias de temperaturas superficiais do mar (TSM) do Pacífico Equatorial (El Niño, La Niña) e do Atlântico Tropical (Schöngart e Junk, 2020). Acredita-se que variações nestes indicadores podem levar a variações nas florestas alagadas, que predominam nestes grandes rios. Quando analisamos a relação entre o El Niño e as queimadas nas florestas de várzea, percebemos como o El Niño está associado a secas, conforme sugerido por Aragão et al. (2008), isso pode explicar a correlação entre esse fenômeno climático e o aumento das queimadas, especialmente em combinação com atividades humanas que potencializam as queimadas (Davidson et al. 2012; Aragão et al. 2014).

Dessa forma, a compreensão dessas interações é essencial para desenvolver estratégias de gestão que considerem os fatores climáticos e antropogênicos, visando à conservação das florestas de várzea na Amazônia e principalmente construa políticas públicas que levem em consideração os eventos climáticos e episódios de queimadas. A Amazônia é propensa a eventos climáticos extremos, como secas intensas, inundações e incêndios florestais e estes eventos têm implicações significativas para a ecologia da região e para as comunidades humanas que dependem desses ecossistemas. Secas intensas têm sido responsáveis pelo aumento dos incêndios florestais (Aragão et al 2014), sendo estes potencializados por mudanças climáticas que já atuam transformando simultaneamente habitats naturais em áreas degradadas na Amazônia (Stall et al 2020).

As relações períodos de seca extrema estão bem estabelecidas, Phillips et al. (2009) concluíram que a seca de 2005 acelerou a perda de floresta em grandes áreas da Amazônia, causando conseqüentemente reduções na biomassa florestal. Esses eventos de mortalidade de árvores indicam a vulnerabilidade dos ecossistemas amazônicos a condições climáticas extremas, destacando os impactos das mudanças climáticas sobre a vegetação.

Considerações Finais

A importância da biodiversidade do bioma amazônico é essencial ao bem-estar das populações humanas, promove a oferta de serviços ecossistêmicos. Dessa forma há uma crescente necessidade da intensificação do controle do desmatamento e de queimadas. (Bouchardet et al., 2017). Sabemos que os dados apresentados neste são agregados para a Amazônia Central, o que pode mascarar diferenças regionais e que a análise de séries temporais exige cautela, pois os dados podem ser influenciados por diversos fatores.

Pode-se constatar que o aumento do desmatamento está associado a um aumento das queimadas nas áreas de várzea, aliado há uma leve tendência do aumento das queimadas e do desmatamento ao longo dos anos. Pode-se observar também que existe uma relação positiva entre El Niño com as queimadas. Acreditamos que para mitigar os impactos que as mudanças climáticas vêm acarretando, torna-se necessário se adaptar ao novo contexto, alerta precoce de secas, aliado a gestão de incêndios e monitoramento da qualidade do ar na permitiriam identificar antecipadamente áreas suscetíveis a incêndio e diminuir o número de incêndios e conseqüentemente perda de floresta.

Referências

- BATISTA, V. S. Distribuição, dinâmica da frota e dos recursos pesqueiros da Amazônia Central. 1998. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 291 p.
- BAYLEY, P. B.; PETRERE JR., M. Amazon fisheries: assessment methods, current status, and management options. In: DODGE, D. P. (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. Canadian Special Publication of Fishery and Aquatic Sciences, v. 106, p. 385-398, 1989.
- BRANNSTROM, C.; JEPSON, W.; FILIPPI, A. M.; REDO, D.; XU, Z.; GANESH, S. Mudança da terra na savana brasileira (Cerrado), 1986-2002: análise comparativa e implicações para a política de uso da terra. *Política de Uso do Solo*, v. 25, n. 4, p. 579-595, 2008.
- CAMPBELL, D. G.; STONE, J. L.; ROSAS, A. A comparison of the phytosociology and dynamics of three floodplain (várzea) forests of known age, Rio Juruá, western Brazilian Amazon. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 108, p. 213-237, 1992.

CHALCO, F. P.; MAIA, L. A. Produção de frutos da floresta de várzea da Amazônia Central importantes na alimentação de peixes. Publicado em 12/03/2002.

DONG, J. et al. Mapping paddy rice planting area in northeastern Asia with Landsat 8 images, phenology-based algorithm and Google Earth Engine. *Remote Sensing of Environment*, v. 185, p. 142-154, nov. 2016.

FOSTER, R. The floristic composition of the Rio Manú floodplain forest. In: GENTRY, A. (Ed.). *Four Neotropical Rainforests*. New Haven: Yale University Press, 1990.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; GAMA, M. M. B.; SCOLFORO, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. *Ciência Florestal*, v. 13, n. 2, p. 71-82, 2003.

GLYNN, P. W.; MONES, A. B.; PODESTÁ, G. P.; COLBERT, A.; COLGAN, M. W. El Niño-Southern Oscillation: effects on Eastern Pacific coral reefs and associated biota. In: GLYNN, P. W.; MANZELLO, D.; ENOCHS, I. C. (Eds.). *Coral reefs of the Eastern Tropical Pacific*. Dordrecht: Springer, 2017.

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

GOULDING, M.; SMITH, N. J. H.; MAHAR, D. J. *Flood of Fortune: Ecology and Economy Along the Amazon*. New York: Columbia University Press, 1996.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 4 de 04/03/02. Brasília: IBAMA, 2002. 31 p.

JUNK, W. J. The Amazon floodplain - A sink or source for organic carbon? *Mitt.Geol. Palaont. Inst. Univ. Hamburg. SCOPE/UNEP Sonderband*, v. 58, p. 267-283, 1985.

JUNK, W. J. Wetlands of tropical South America. In: WHIGHAM, D.; HEJNY, S.; DYKYJOVÁ, D. (Eds.). *Wetlands of the world*. Dordrecht: Kluwer, 1993. p. 679-739.

KALLIOLA, R.; PUHAKKA, M.; DANJOY, W. *Amazonia peruana: vegetación húmeda tropical en el llano sudandino*. Finlândia: Gummerus Printing, 1993. 265 p.

LOPES, A.; PEIDADE, M. T. F. *Conhecendo as áreas úmidas amazônicas: uma viagem pelas várzeas e igapós*. Manaus: Editora INPA, 2015. 164 p.: il. color.

MELACK, J.; FORSBERG, B. R. Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes. In: MCCLAIN, M. E.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. (Eds.). *The Biogeochemistry of the Amazon Basin and its Role in a Changing World*. New York: Oxford University Press, 2001. p. 235-276.

MIDEKISA, A. et al. Mapping land cover change over continental Africa using Landsat and Google Earth Engine cloud computing. *PLOS ONE*, v. 12, n. 9, p. 1-9, set. 2017.

PEKEL, J.-F.; COTTAM, A.; GORELICK, N.; BELWARD, A. S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, v. 540, p. 418-422, 2016.

PIEIDADE, M. T. F.; WORBES, M.; JUNK, W. J. Geocological controls on elemental fluxes in communities of higher plants in Amazonian floodplain. In: MCCLAIN, M. E.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. (Eds.). *The Biogeochemistry of the Amazon Basin*. New York: Oxford University Press, 2001. p. 290-234.

PINEDA, A.; PELÁEZ, Ó.; DIAS, J. D.; SEGOVIA, B. T.; BONECKER, C. C.; VELHO, L. F. M.; RODRIGUES, L. C. R. The El Niño Southern Oscillation (ENSO) is the main source of variation for the gamma diversity of plankton communities in subtropical shallow lakes. *Aquatic Sciences*, v. 81, p. 49, 2019.

PRANCE, G. T. Notes on vegetation of Amazonica III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia*, v. 31, p. 26-38, 1979.

RIBEIRO, R. N. S.; TOURINHO, M. M.; SANTANA, A. C. Avaliação da sustentabilidade agroambiental de unidades produtivas agrofloretais em várzeas flúvio marinhas de Cameté - Pará. *Acta Amazonica*, v. 34, n. 3, p. 359-374, 2004.

WALDHOFF, D.; SAINT-PAUL, U.; FURCH, B. Value of fruits and seeds from the floodplain forests of Central Amazonia as food resource for fish. *Ecotropica*, v. 2, p. 143-156, 1996.

XU, H. Q. Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, v. 27, n. 14, p. 3025-3033, 2006.

DU, Y.; ZHANG, Y.; LING, F.; WANG, Q.; LI, W.; LI, X. Water bodies' mapping from Sentinel-2 imagery with modified normalized difference water index at 10-m spatial resolution produced by sharpening the SWIR band. *Remote Sensing*, v. 8, p. 354, 2016.

CAPÍTULO 5 – Percepção das transformações ocorridas na paisagem de várzea e suas relações com os modos de vida na Amazônia Central

Vinícius Verona Carvalho Gonçalves
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

Resumo

A região da Amazônia Central está sob crescente pressão de atividades humanas, como desmatamento, urbanização e exploração de recursos naturais, afetando ecossistemas únicos, como as áreas de várzea. Este estudo investiga percepção das populações ribeirinhas sobre os impactos enfrentados na Amazônia. Utilizamos entrevistas e pesquisas de campo para entender a percepção das comunidades locais sobre os efeitos perda de floresta de várzea seja por mudanças climáticas, queimadas ou desmatamento. Os resultados revelam que há uma percepção clara dos impactos oriundos da perda de floresta com destaque para a pesca, moradia e renda, e na paisagem. As mudanças na paisagem são notadas pelas comunidades, que observam uma redução nas áreas de floresta ao longo dos anos, especialmente durante períodos de seca. A discussão destaca a importância das florestas alagadas para a sustentabilidade regional, incluindo sua influência no clima local, na hidrologia e no suporte à biodiversidade. Além disso, são exploradas estratégias de manejo sustentável e governança participativa como formas de mitigar os impactos do desmatamento e promover o bem-estar das comunidades ribeirinhas. Nosso estudo contribui para uma compreensão mais profunda dos desafios enfrentados pela região da Amazônia Central e oferece insights valiosos para políticas e práticas de conservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Florestas alagadas, entrevistas, desenvolvimento sustentável

Abstract

The Central Amazon region is facing increasing pressure from human activities such as deforestation, urbanization, and natural resource exploitation, affecting unique ecosystems like floodplain areas. This study investigates the perceptions of riparian populations regarding the impacts faced in the Amazon. We conducted interviews and field research to understand the local communities' perceptions of the effects of loss of floodplain forest due to climate change, wildfires, or deforestation. The results reveal a clear perception of the impacts arising from forest loss, particularly highlighting fishing, housing, income, and landscape. Changes in the landscape are noted by the communities, who observe a reduction in forest areas over the years, especially during dry periods. The discussion emphasizes the importance of floodplain forests for regional sustainability, including their influence on local climate, hydrology, and biodiversity support. Additionally, sustainable management strategies and participatory governance are explored as ways to mitigate the impacts of deforestation and promote the well-being of riparian communities. Our study contributes to a deeper understanding of the challenges faced by the Central Amazon region and provides valuable insights for environmental conservation policies and sustainable development practices.

Key-Worlds: Flooded forests, interviews, sustainable development

Introdução

A região amazônica é conhecida por sua biodiversidade e sua função crítica no regulamento climático global, atualmente enfrenta pressões crescentes de atividades humanas, incluindo agricultura, urbanização e exploração de recursos naturais (Malhi et al., 2008; Davidson et al., 2012). As áreas de várzea, em particular, são ecossistemas únicos que funcionam como importantes zonas de transição entre ambientes terrestres e aquáticos, oferecendo serviços ecossistêmicos vitais, mas também são altamente vulneráveis ao desmatamento (Junk et al., 2014; Wittmann et al., 2015). Os impactos socioambientais sobre populações ribeirinhas na Amazônia requerem uma compreensão profunda das dinâmicas entre o uso da terra, as práticas de manejo e os ecossistemas fluviais.

As condicionantes antrópicas do desmatamento nessas áreas são multifacetadas, envolvendo fatores econômicos, sociais e políticos. A expansão agrícola, impulsionada pela demanda por terras para cultivo e pastagem, é um dos principais motores do desmatamento na Amazônia (Laurance et al., 2001; Fearnside, 2005). Além disso, a construção de infraestrutura, como estradas e hidrelétricas, tem facilitado o acesso a áreas anteriormente inacessíveis, acelerando a perda de cobertura florestal (Peres et al., 2010; Barber et al., 2014). Essas atividades não apenas alteram a paisagem física, mas também têm profundas implicações socioambientais para as populações ribeirinhas, que dependem dos recursos naturais para sua subsistência e cultura (Pinedo-Vasquez et al., 2011; Brondizio et al., 2016).

Os impactos socioambientais do desmatamento em áreas de várzea incluem a diminuição da biodiversidade, alterações nos regimes de inundação, redução da disponibilidade de recursos pesqueiros e madeireiros, e mudanças nos meios de vida das comunidades locais (Goulding et al., 2003; McGrath et al., 2015). Essas mudanças não apenas comprometem a sustentabilidade ecológica, mas também exacerbam a vulnerabilidade social e econômica das populações ribeirinhas, muitas das quais já estão entre as mais marginalizadas na região (Barbosa et al., 2010; Fearnside, 2012).

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é identificar as condicionantes antrópicas do desmatamento em áreas de várzea e avaliar seus impactos socioambientais sobre as populações ribeirinhas na Amazônia. Ao compreender as causas e as consequências do desmatamento, podemos propor estratégias mais eficazes para a

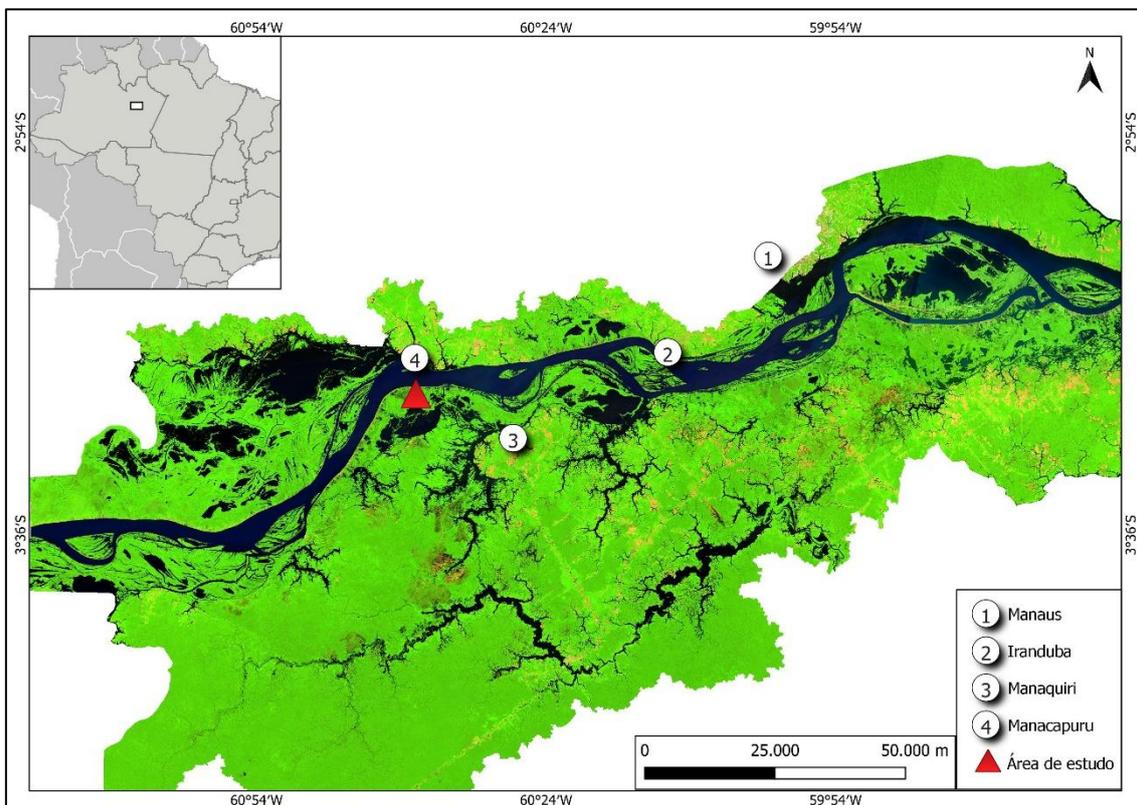
conservação desses ecossistemas vitais e para a promoção do bem-estar das comunidades que deles dependem.

Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo definida, compreende o município de Manacapuru, a definição da área de estudo levou em consideração a necessidade de uma avaliação detalhada sobre o atual estado da vegetação de várzea nessa região. Os municípios de Manacapuru, Careiro da Várzea se encontram entre os municípios com maior perda de cobertura florestal em áreas de várzea (Affonso et al., 2007) no estado, supostamente por serem próximos à capital Manaus e serem acessíveis por meio terrestre, além do fluvial, potencializando o escoamento das mais variadas produções para este grande centro consumidor (Figura 17).

Figura 17: Mapa da área de estudo.



Fonte: Gonçalves, 2024.

Manacapuru

A pesquisa de campo ocorreu na comunidade Nossa Senhora das Graças na Costa do Pesqueiro no município de Manacapuru. O município é o quarto maior município do estado com uma extensão territorial de 7.330,074 km (IBGE, 2016) e está localizado a 84 quilômetros de Manaus e possui uma população aproximada de 99.613

habitantes, segundo estimativas do IBGE (2021) (Figura 1). O principal acesso à cidade é através da Rodovia Manoel Urbano, onde está a Ponte Jornalista Phelippe Daou, sendo fundamental para a integração e o desenvolvimento da grande Manaus.

Metodologia

Coleta e análise de dados

Para identificar as condicionantes do desmatamento em áreas de várzea, foi utilizado o método da abordagem quanti-qualitativa, com o uso de questionários e entrevistas semiestruturadas (Gerhardt; Silveira, 2009; Marconi; Lakatos, 2017). Os dados foram tratados e inseridos em um banco de dados eletrônico e, analisados por meio da estatística descritiva, adequada para analisar perfis sociais e econômicos com base nos padrões determinados pela média e desvio padrão e frequência relativa (Gujarati; Porter, 2011).

Como resultados esperados objetivou-se compreender quais as atividades antrópicas que mais impactam e impactaram na floresta de várzea no decorrer dos anos, além de identificar a percepção da população ribeirinha sobre os impactos decorrentes da remoção da floresta de várzea. As respostas foram divididas em diferentes dimensões, considerando sua temática, sendo eles: paisagem, sustentabilidade, pesca, ameaças climáticas, moradia e renda.

Tabela 4: Questões do instrumento de coleta e suas respectivas dimensões.

Dimensão	Questões
Sustentabilidade	1 2
Pesca	3 4 5 6
Queimadas	7 8
Ameaças climáticas	9 10
Hidrologia	11 12
Moradia e Renda	13 14 15 16
Paisagem	17 18 19

A Escala de Likert foi composta por 19 itens e abordam diversos aspectos, como a diminuição da área florestal, o uso sustentável, a influência no clima e nos recursos naturais e os impactos do desmatamento e das queimadas. A avaliação dessa Escala é mais uma contribuição para a validação de itens que afirmam dimensões atitudinais (afetiva, cognitiva ou comportamental), no presente caso, de como ribeirinhos se posicionam diante de assertivas relacionadas às florestas de várzea (Apêndice H). As categorias propostas na Escala Likert se referiam aos níveis de concordância às afirmações dos itens:

discordo totalmente (1); discordo (2); não concordo nem discordo (3); concordo (4) e concordo totalmente (5).

Para a amostragem foi considerado o método probabilístico aleatório simples (Turato, 2003), tendo como universo os moradores das áreas de várzea. O instrumento de coleta de dados em campo foi submetido e aprovado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), para o cumprimento dos preceitos éticos e científicos requeridos pela instituição onde recebeu o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética – CAAE com o número 59960322.7.0000.5020 (Ver anexo 2).

Resultados

Para obtenção dos dados em campo, foram entrevistadas 19 pessoas na comunidade Nossa Senhora das Graças no município de Manacapuru dentre os entrevistados 11 eram homens e 8 mulheres. Em relação as profissões dos entrevistados, 8 se declararam pescadores, 2 agricultores, 3 aposentados, 2 domésticas e 4 servidores público (Tabela 5).

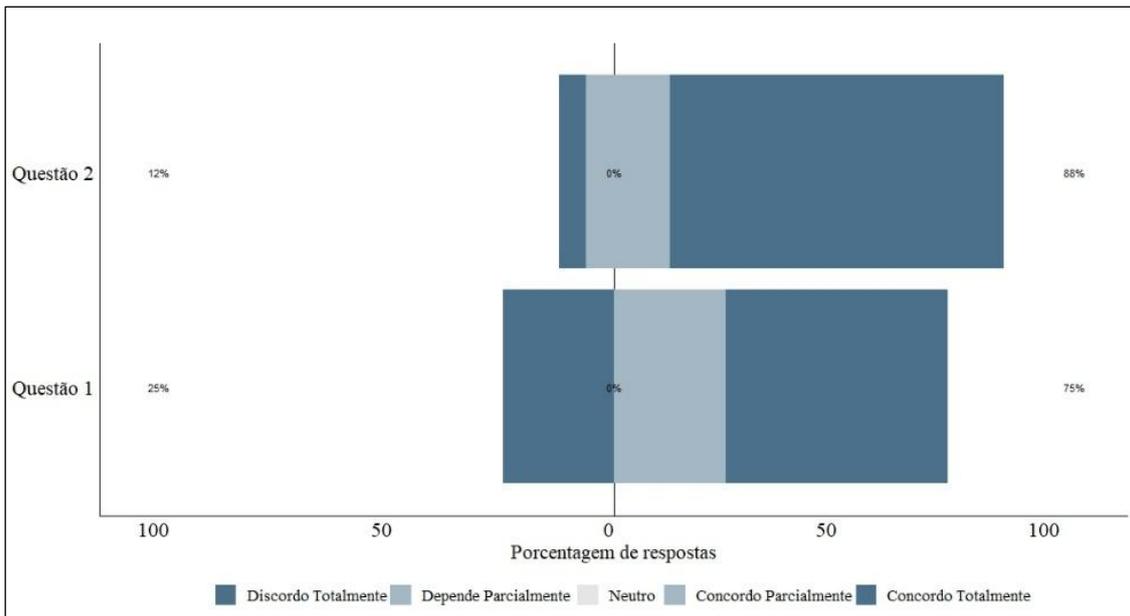
Tabela 5: Profissão dos entrevistados na Comunidade Nossa Senhora das Graças.

Profissão	Entrevistados
Pescador	8
Agricultor	2
Aposentado	3
Doméstica	2
Servidor público	4

Sustentabilidade

Na questão 1 “é possível usar as florestas alagadas sem acabar com elas” 88% dos entrevistados acreditam que é possível usar as florestas alagadas de forma sustentável, enquanto 12% discordam dessa possibilidade. Em relação a questão 2 "a exploração planejada da floresta alagada pode gerar renda", 75% dos entrevistados acreditam que a exploração planejada da floresta alagada pode gerar renda para a comunidade e 25% discordam dessa possibilidade.

Figura 18: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a sustentabilidade.



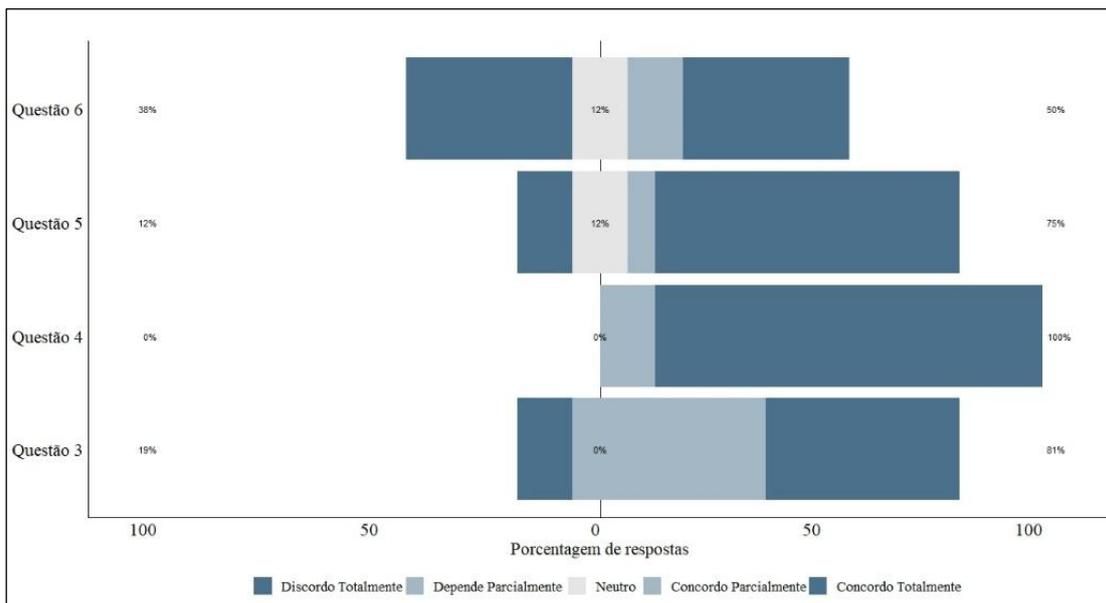
Fonte: Gonçalves, 2024.

Pesca

A questão 3 "há diferença no tamanho do peixe pescado na floresta alagada ", 81% dos entrevistados concordam totalmente que as florestas alagadas influenciam no tamanho do pescado e 19 % discordam totalmente. Em relação a questão 4 se " a floresta alagada influencia na pesca " 100% dos entrevistados acreditam que a floresta alagada influencia na pesca. A questão 5 verificou se "a floresta alagada afeta a variedade de peixe" 75% dos entrevistados concordam plenamente que a floresta alagada afeta a variedade de peixe e 12% discordaram plenamente.

A questão 6 verificou a percepção se "a floresta alagada afeta a quantidade de peixe", 50% dos entrevistados concordam totalmente que a floresta alagada afeta a quantidade de peixe, 38% discordam totalmente, enquanto 12% mantiveram opinião neutra em relação a afirmação.

Figura 19: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a pesca.

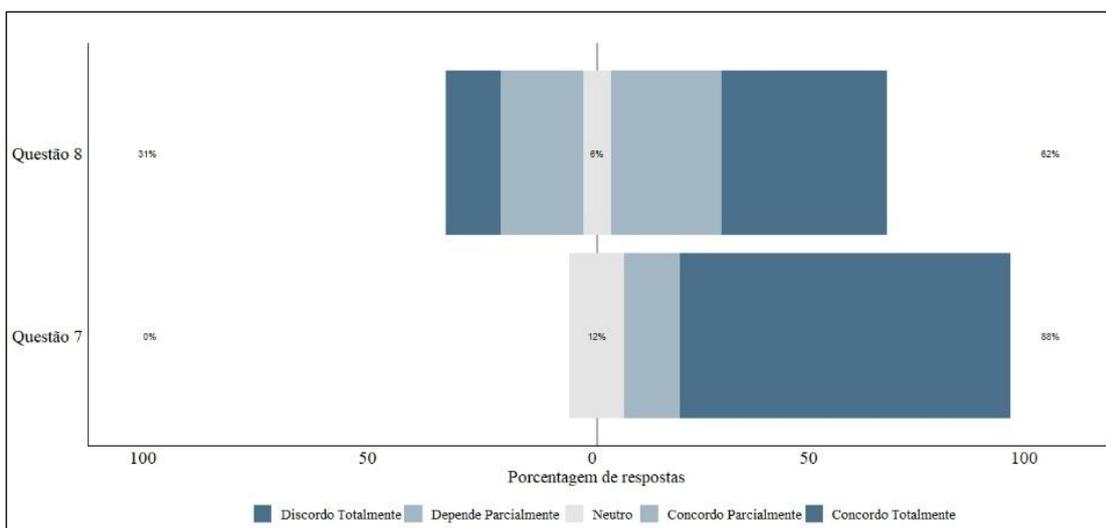


Fonte: Gonçalves, 2024.

Queimadas

Quando perguntados se "o fogo é uma grande ameaça para as florestas alagadas", na questão 7, 88% dos entrevistados concordam que o fogo é uma grande ameaça e 12% se mantiveram neutro. Sobre a questão 8 "são realizadas muitas queimadas na floresta alagada" 62% dos entrevistados acreditam que muitas queimadas são realizadas na floresta alagada, 31% discordam, enquanto 6% não sabem.

Figura 20: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e seus impactos.

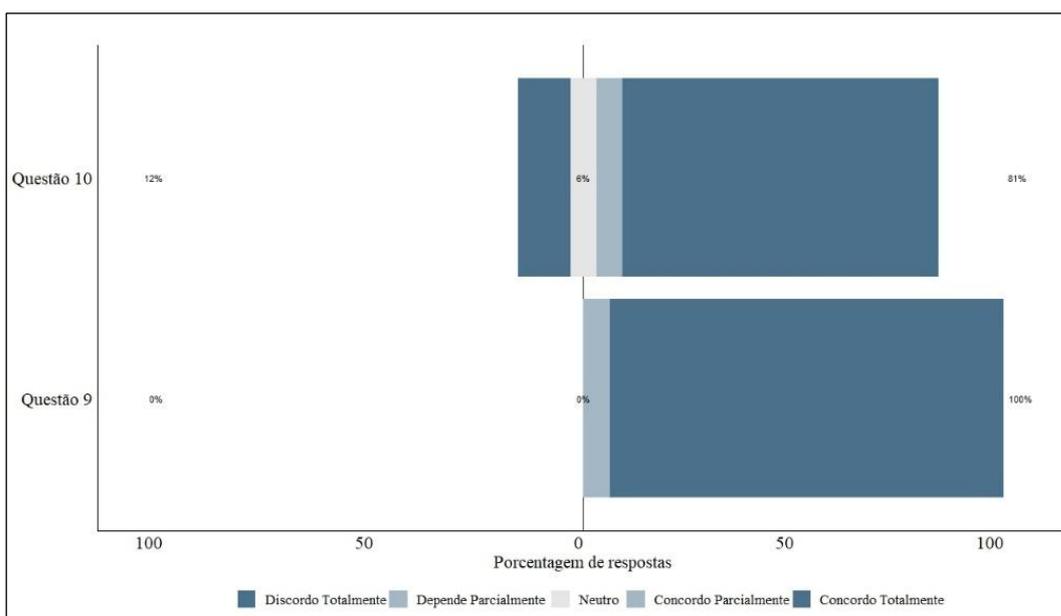


Fonte: Gonçalves, 2024.

Ameaças climáticas

Na questão 9 "reduzindo as florestas alagadas a comunidade vai ficar mais quente" 100% dos entrevistados acreditam que a comunidade vai ficar mais quente se as florestas alagadas forem reduzidas, enquanto 6% discordam. Na questão 10 "as florestas alagadas afetam o clima da comunidade", 81% dos entrevistados acreditam que as florestas alagadas afetam o clima da comunidade, 12% discordam, enquanto 6% não souberam opinar.

Figura 21: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e ameaças climáticas.

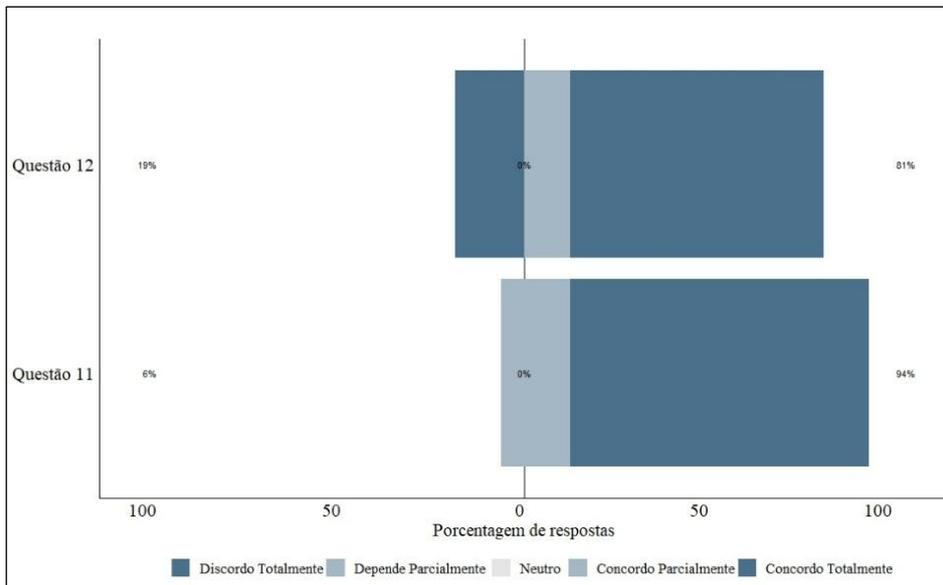


Fonte: Gonçalves, 2024.

Hidrologia

Na questão 11 "as florestas alagadas afetam a temperatura da água" 94% dos entrevistados acreditam que as florestas alagadas afetam a temperatura da água. Em relação a questão 12 "o desmatamento da floresta alagada pode influenciar o nível do rio", 81% dos entrevistados acreditam que o desmatamento da floresta alagada pode influenciar o nível do rio e 19% discordam.

Figura 22: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a hidrologia.



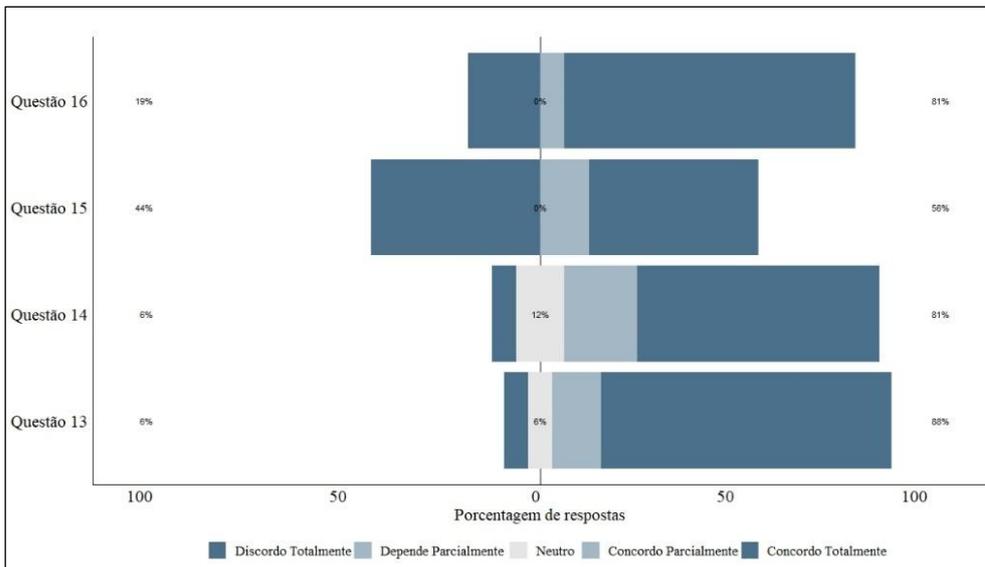
Fonte: Gonçalves, 2024.

Moradia e renda

A questão 13 abordou se "onde há florestas alagadas o solo é melhor" 88% dos entrevistados acreditam que o solo é melhor em áreas com florestas alagadas, 6% discordam, enquanto 6% não sabem. A questão 14 abordou se "as florestas alagadas influenciam em relação à sua moradia", 81% dos entrevistados acreditam que as florestas alagadas influenciam em relação à sua moradia, 12% discordam, enquanto 6% não sabem.

A questão 15 "as florestas alagadas influenciam na sua renda mensal" 56% dos entrevistados acreditam que as florestas alagadas influenciam na sua renda mensal e 44% discordam. Em relação a questão 16 "as florestas alagadas influenciam nos ventos que afetam as casas" 81% dos entrevistados acreditam que as florestas alagadas influenciam nos ventos que afetam as casas, 19% discordam.

Figura 23: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a moradia e renda.

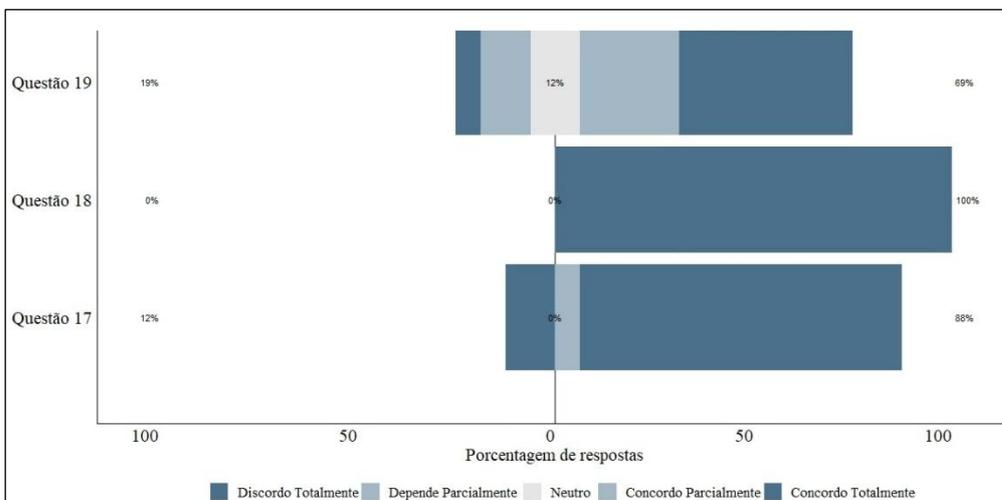


Fonte: Gonçalves, 2024.

Paisagem

Na dimensão das florestas alagadas e paisagem, foi abordado na questão 17 se “aqui na região as florestas alagadas estão diminuindo” 88% dos entrevistados concordam que as florestas alagadas estão diminuindo e 19% discordam dessa afirmação e 12% se mantiveram neutro. Em relação a questão 18 "a paisagem tem se alterado muito ao longo dos anos" 100% dos entrevistados concordam que a paisagem tem se alterado muito ao longo dos anos. E por fim, na questão 19 "acontecem muitas queimadas na floresta alagada" 69% dos entrevistados acreditam que muitas queimadas são realizadas na floresta alagada, 19% discordam, enquanto 12% não sabem.

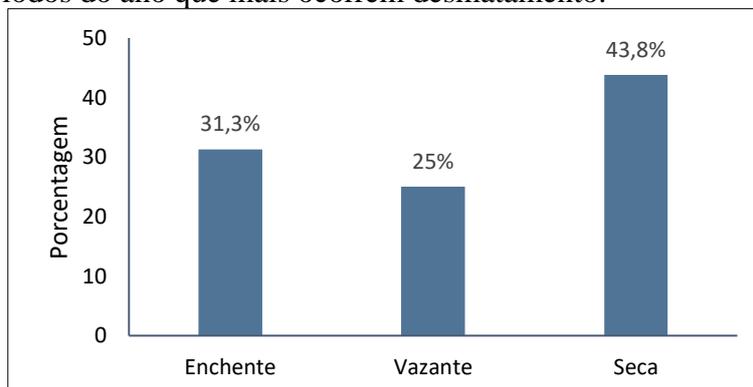
Figura 24: Percepção dos entrevistados sobre a relação entre as florestas alagadas e a paisagem.



Fonte: Gonçalves, 2024.

Em relação aos períodos que mais acontecem desmatamento em áreas de várzea, 43,8% dos entrevistados afirmaram que ocorrem em períodos de seca, 31,3% em períodos de enchente e 25% em períodos de vazante (Figura 25).

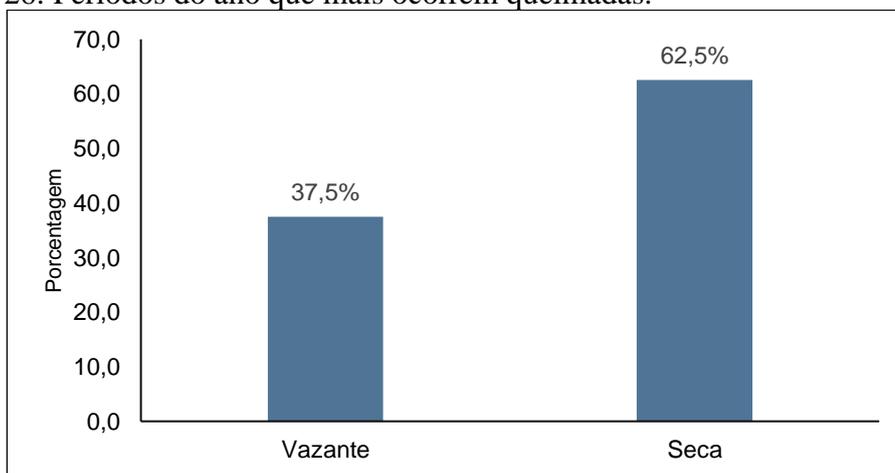
Figura 25: Períodos do ano que mais ocorrem desmatamento.



Fonte: Gonçalves, 2024.

Quando perguntados sobre os períodos do ano que mais ocorrem queimadas, 62,5% dos entrevistados afirmaram que ocorre na seca e 37,5% afirmaram ser na vazante (Figura 26).

Figura 26: Períodos do ano que mais ocorrem queimadas.



Fonte: Gonçalves, 2024.

Discussão

Com a consequente ocupação dos europeus na Amazônia, atividades como a pesca, a agricultura de subsistência, a exploração de madeira extração de borracha foram intensificadas nas zonas húmidas (Zarin et al., 2001, Merry et al., 2004, Fortini e Zarin, 2011, Albernaz et al., 2012). Essa ocupação teve impacto direto na utilização dos recursos naturais, atividades como a agricultura de subsistência, exploração de madeira extração de borracha, cultura de juta e a pecuária foram se expandindo.

Ao longo dos anos, a presença religiosa nas várzeas, propiciou a criação de aglomerados e comunidades que foram se desenvolvendo e deram origem às grandes cidades atuais na região (HARRIS, 2011). Além disso, fatores como a proximidade de rios navegáveis da Amazônia, fertilidade dos solos, riqueza de recursos naturais e alta produtividade pesqueira associada aos rios de água branca, favoreceram a ocupação das áreas de várzea (Barreto et al., 2006, Ferreira et al., 2013, Moran e Building, 1993, Scabin et al., 2012). Todos estes fatores tornaram as áreas de várzea as áreas com as maiores densidades populacionais rurais da Amazônia (Junk et al., 2000).

A dinâmica socioambiental da Amazônia está intrinsecamente relacionada a dinâmica de inundação dos rios que por sua vez, estão sujeitos a influências de variáveis climáticas globais. Quando relacionado a ictiofauna, essa dinâmica da vida com o regime hidrológico na Amazônia recebe o nome de sincronismo, no entanto, este conceito pode se estender perfeitamente para as populações ribeirinhas que sincronizam seus modos de vida ao nível do rio (Agostinho et al). Estudos de percepção ambiental tem contribuído para identificar a sincronicidade entre os modos de vida de populações ribeirinhas e as variações sazonais no ambiente (Pereira et al; Pereira et al; Pereira et al;).

Nos rios de água branca como rio Solimões, Madeira e Amazônia a produtividade primária é muito alta, fazendo com que haja alta diversidade de recursos aquáticos. As margens adjacentes a estes rios recebem anualmente grande aporte de nutrientes, tornando estas áreas propícias para a ocupação humana (Junk et al 1989; Moran e Building, 1993; Barreto et al., 2006, Ferreira et al., 2013, Scabin et al., 2012). Segundo Fraxe (2004), “os rios na Amazônia constituem uma realidade labiríntica e assumem uma importância fisiográfica humana excepcional. O rio é fator dominante na estrutura fisiográfica e humana, conferindo um ethos e um ritmo à vida regional” (Fraxe, 2004).

Sustentabilidade

Ao analisarmos as percepções divididas por dimensões podemos identificar padrões e obter uma compreensão mais profunda da percepção dos moradores sobre os diferentes aspectos das florestas alagadas. No que diz respeito a primeira dimensão sobre a percepção da relação entre as florestas alagadas e a sustentabilidade, as respostas indicam que os moradores estão cientes da importância da floresta alagada com sustentabilidade. Os moradores acreditam que é possível usar os recursos das florestas alagadas de forma sustentável, sem causar sua destruição. O uso sustentável dos recursos naturais pode ser baseado em práticas tradicionais de manejo florestal ou em exemplos

de manejo sustentável implementados em outras regiões. Em áreas alagadas na Amazônia existem exemplos de sucesso no uso dos recursos naturais, tendo como exemplo o manejo do pirarucu, acordos de pesca, produtos do extrativismo (Castello et al 2017).

O uso de recursos naturais sendo cogерidos pelos próprios ribeirinhos pode ser também conhecido por alguns autores como governança isomórfica, tendo sido documentada para o município de Careiro da Várzea no estado do Amazonas. Podemos citar também estratégias para melhorar a gestão dos recursos das várzeas e garantir a sustentabilidade como o conceito de uso múltiplo, que busca utilizar um recurso natural para uma variedade de propósitos, muitas vezes de forma simultânea ou sequencial, conceito de gestão participativa que envolve a participação ativa e significativa de todos em processos de tomada de decisão relacionados à gestão de recursos naturais, políticas públicas ou questões sociais (Arnstein 1969; Ostrom, 1990; Junk et al 2010).

Pesca

Em relação dimensão da pesca, a percepção de que as florestas alagadas influenciam positivamente a pesca e podem gerar renda indica que os moradores reconhecem o valor ecológico das florestas e a contribuição na atividade pesqueira. Esta percepção pode ser baseada em observações pessoais, como a maior quantidade, variedade e tamanho dos peixes capturados nas áreas de floresta alagada, ou em conhecimentos tradicionais sobre a relação entre a floresta e os recursos pesqueiros.

De fato, existem muitos estudos que relacionam parâmetros ecológicos e populacionais a florestas de várzea, bem como variáveis pesqueiras e antrópicas. Arantes et al. (2017) demonstraram que os padrões espaciais da biodiversidade de peixes estão associados à cobertura florestal, o que indica que o desmatamento das planícies aluviais do Rio Amazonas resulta na homogeneização espacial das assembleias de peixes. A distribuição de biomassa também foi afetada pela cobertura de floresta em áreas de várzea e a força dessa relação variou de acordo com grupos funcionais definidos por características de história de vida, características tróficas, de migração e de desempenho natatório/uso de micro-habitat (Arantes et al 2019). Dessa forma, há um consenso bem estabelecido de que as florestas de várzea, estão relacionadas com variáveis como biomassa, diversidade. Confirme observado por Castello et al (2017) a remoção das florestas de várzea reduz as capturas de peixe mesmo quando é considerado o rendimento da pesca por unidade de esforço.

O nível das águas na Amazônia Central varia anualmente de 10 a 12 metros (Junk et al., 1983) e o ecossistema local é majoritariamente de várzea e os períodos de

seca e cheia variam de acordo com a mudança no nível das águas (Moran, 1990; Junk, 1998). Durante os períodos de enchente, cheia, vazante e seca, toda atividade pesqueira é fortemente influenciada pelo regime hidrológico. A várzea adquire caráter especial na migração de peixes que ocorrem no início da enchente para a migração das espécies do rio para os lagos onde estes encontram alimento oriundos da floresta aumentando a biomassa disponível (LoweMcConnel, 1987; Ribeiro e Petrere, 1999; Isaac et al., 2012; Hurd et al., 2016). Em períodos de enchente e cheia a pesca ocorre predominantemente em lagos, uma que há dificuldade na captura do pescado, devido as espécies de peixe se encontram dispersas no ambiente aquático (Gonçalves e Freitas. 2020). Acreditamos que todas estas percepções são facilmente percebidas por pescadores durante a rotina diária em suas pescarias, o que os levou a dar tais respostas.

Queimadas

Em relação dimensão das florestas alagadas em relação às queimadas, as repostas indicam que os moradores estão cientes de que o fogo é uma das principais ameaças às florestas alagadas e queimadas podem causar danos significativos às florestas, incluindo a perda de biodiversidade. Os moradores reconhecem o fogo como uma das maiores ameaças à preservação das florestas alagadas. Isso pode ser baseado em experiências com os impactos das queimadas, como a perda de biodiversidade, a degradação do solo e a emissão de gases de efeito estufa.

Ameaças climáticas

Em relação a dimensão ameaças climáticas as repostas em sua maioria foram de concordância de que "as florestas alagadas afetam o clima da comunidade." A concordância com essa afirmação demonstra que os moradores reconhecem a importância das florestas alagadas na regulação do clima local. As florestas alagadas contribuem para a umidade do ar, a precipitação e a temperatura, como afirmam Silva Junior et al. (2004); Marengo et al. (2012). E que de fato, "reduzindo as florestas alagadas a comunidade vai ficar mais quente. Essa percepção é corroborada por Malhi et al. (2008) e Nobre et al. (2016) e reforça a tese de que o desmatamento das florestas alagadas pode levar ao aumento da temperatura local. Este aumento pode chegar a até 2°C de acordo com Werth et al. (2011) tendo também consequência na perda de umidade do ar podendo ocasionar problemas respiratórios e afetar a qualidade de vida da população, como alertam Laurance et al. (2015). No que diz respeito a alterações climáticas, mudanças paisagem como perda de cobertura florestal, podem levar à intensificação de secas e inundações, devido a

alterações nos padrões de inundação impactando a agricultura e a segurança alimentar (Marengo et al. 2014).

Moradia e Renda

Em relação a dimensão da relação das florestas alagadas com a moradia e renda, é crucial para compreender a interdependência entre as florestas alagadas, e as condições de vida da comunidade e a geração de renda. As respostas dos moradores à escala Likert sobre estas questões nos forneceram insights valiosos sobre suas percepções e experiências em relação a essa relação. As florestas alagadas atuam como barreiras naturais contra o avanço das águas, protegendo as comunidades ribeirinhas, como alertam Smith et al. (2008). O fornecimento de materiais de construção como os diferentes tipos de madeira, palha e outros materiais naturais provenientes das florestas alagadas podem ser utilizados na construção de moradias (McGrath et al. 2009; Sena et al 2020).

O pulso de inundação desempenha papel na formação do solo de várzea e na sua fertilidade através da deposição de sedimentos ricos em nutrientes e da ação da decomposição da matéria orgânica (Junk et al. 2020). No entanto, a discordância dessa afirmação pode ser explicada por fatores como a falta de conhecimento sobre o papel das florestas alagadas na fertilidade do solo ou a experiência com áreas de várzea com solos de baixa qualidade.

Paisagem

Na dimensão em que é abordado a percepção de alterações na paisagem e demonstra que os moradores estão cientes das mudanças ambientais que estão ocorrendo em sua região. Esta percepção pode ser resultado de observações pessoais, como a redução da área de floresta alagada ao longo do tempo, ou de informações obtidas de outras fontes, como notícias. Mudanças na paisagens estão a ocorrer rapidamente e em escala global como efeito de vários fatores, tais como alterações no uso da terra devido à urbanização, aumento da procura de alimentos, abandono de terras agrícolas e alterações climáticas em curso (Lambin et al., 2001; Hill e Befort, 2011). Em áreas alagadas na Amazônia, mudanças na paisagem têm sido documentada desde o início do século 21, onde Zarin et al (2001) analisaram mudanças no tipo de cobertura em planícies de inundação na foz do Rio Amazonas, identificaram que houve perda aproximadamente 8.200 hectares de floresta de várzea e que foram convertidas em áreas agrícolas.

Considerações Finais

Nosso estudo destaca a complexa interação entre as transformações na paisagem de várzea e os modos de vida das comunidades ribeirinhas na Amazônia Central. As percepções dos moradores fornecem insights valiosos para entender os impactos socioambientais do desmatamento e a importância das florestas alagadas para a sustentabilidade e a subsistência local. Estratégias de manejo sustentável, baseadas em conhecimentos tradicionais e participação comunitária, são essenciais para enfrentar os desafios enfrentados por essas populações e garantir a conservação desses ecossistemas vitais. Investimentos em pesquisa, educação e políticas públicas são necessários para promover a coexistência harmoniosa entre atividades humanas e a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na Amazônia Central.

Referências

ARANTES, C. C.; WINEMILLER, K. O.; ASHER, A.; CASTELLO, L.; HESS, L. L.; PETRERE, M.; FREITAS, C. E. C. Floodplain land cover affects biomass distribution of fish functional diversity in the Amazon River. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 16684, 2019.

ARANTES, C. C.; WINEMILLER, K. O.; PETRERE, M.; CASTELLO, L.; HESS, L. L.; FREITAS, C. E. C. Relationships between forest cover and fish diversity in the Amazon River floodplain. *Journal of Applied Ecology*, v. 55, n. 1, p. 386-395, 2018.

ARNSTEIN, S. R. A Ladder of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, v. 35, n. 4, p. 216-224, 1969.

BARBER, C. P.; COCHRANE, M. A.; SOUZA, C. M.; LAURANCE, W. F. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, v. 177, p. 203-209, 2014.

BRONDIZIO, E. S.; OSTROM, E.; YOUNG, O. R. Connectivity and the Governance of Multilevel Social-Ecological Systems: The Role of Social Capital. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 41, p. 23-48, 2016.

CASTELLO, L.; HESS, L. L.; THAPA, R.; MCGRATH, D. G.; ARANTES, C. C.; RENÓ, V. F.; ISAAC, V. J. Fishery yields vary with land cover on the Amazon River floodplain. *Fish and Fisheries*, v. 19, p. 431-440, 2017.

DAVIDSON, E. A.; DE ARAÚJO, A. C.; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; ... SILVA DIAS, M. A. The Amazon basin in transition. *Nature*, v. 481, n. 7381, p. 321-328, 2012.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. J. G. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Washington, D.C.: Smithsonian Books, 2003.

HARRIS, M. The floodplain of the Lower Amazon as a historical place. In: PINEDO-VASQUEZ, M.; RUFFINO, M. L.; PADOCH, C.; BRONDÍZIO, E. S. (Eds.). *The Amazon Várzea: The Decade Past and the Decade Ahead*. Dordrecht: Springer, 2011. p. 37-51.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; ... SCHÖNGART, J. Brazilian wetlands: Their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 24, n. 1, p. 5-22, 2014.

LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P. M.; DELAMONICA, P.; BARBER, C.; ... LOVEJOY, T. E. The future of the Brazilian Amazon. *Science*, v. 291, n. 5503, p. 438-439, 2001.

MALHI, Y.; ROBERTS, J. T.; BETTS, R. A.; KILLEEN, T. J.; LI, W.; NOBRE, C. A. Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon. *Science*, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2008.

MCGRATH, D. G.; CARDOSO, A.; ALMEIDA, O. T. The influence of community management agreements on household economic strategies: Cattle grazing and fishing. *Ecological Economics*, v. 119, p. 84-94, 2015.

OSTROM, E. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PERES, C. A.; GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; ZUANON, J.; MICHALSKI, F.; LEES, A. C.; ... VIEIRA, I. C. G. Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. *Biological Conservation*, v. 143, n. 10, p. 2314-2327, 2010.

PINEDO-VASQUEZ, M.; RUFFINO, M. L.; PADOCH, C.; BRONDIZIO, E. S. (Eds.). *The Amazon Várzea: The Decade Past and the Decade Ahead*. Dordrecht: Springer, 2011.

WITTMANN, F.; HOUSEHOLDER, E.; LOPES, A.; DE OLIVEIRA WITTMANN, A.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. Habitat specificity, endemism and the neotropical distribution of Amazonian white-water floodplain trees. *Ecography*, v. 38, n. 7, p. 690-701, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo destaca a importância crítica das áreas de várzea na Amazônia, esses ecossistemas são altamente produtivos, dinâmicos e resilientes e desempenhando um papel fundamental na sustentabilidade ambiental e no bem-estar das comunidades ribeirinhas e no provimento de serviços ecossistêmicos. As transformações na paisagem de várzea ao longo do tempo têm impactos significativos nos ecossistemas aquáticos e terrestres, bem como na vida e nos modos de vida das populações ribeirinhas. Sendo dessa forma, crucial reconhecer e abordar esses impactos para garantir a conservação e a sustentabilidade dessas áreas. Os eventos do ENSO, especialmente os de El Niño, estão diretamente associados a aumentos nas queimadas nas áreas de várzea. Isso destaca a importância de medidas preventivas durante anos de El Niño para conter incêndios e proteger esses ecossistemas vulneráveis. Diante dos achados deste estudo, é imperativo adotar medidas coordenadas para conservar e manejar sustentavelmente as florestas de várzea da Amazônia. Isso inclui ações para combater o desmatamento, promover práticas agrícolas sustentáveis e envolver as comunidades locais na gestão dos recursos naturais. Como parte final de nossa pesquisa, recomendamos algumas medidas que visem garantir a sustentabilidade das áreas alagadas, bem como a manutenção de seu caráter produtivo.

Recomendações

1. Investir em programas de educação ambiental para aumentar a conscientização sobre a importância da várzea e promover práticas sustentáveis de uso da terra e recursos naturais entre as comunidades ribeirinhas.
2. Reforçar políticas e regulamentações para proteger as áreas de várzea da Amazônia, garantindo sua preservação a longo prazo e reduzindo a pressão do desmatamento e das queimadas.
3. Controlar o desmatamento e a conversão de florestas em áreas de pastagem, agricultura ou infraestrutura, pois a remoção de árvores e a perturbação do solo podem afetar negativamente a diversidade de espécies, a estrutura da floresta e os serviços ecossistêmicos que ela fornece.
4. Incentivar pesquisas científicas contínuas sobre a dinâmica e os impactos das mudanças na paisagem de várzea, bem como estabelecer parcerias entre instituições acadêmicas, governamentais e da sociedade civil para promover a conservação e o manejo sustentável dessas áreas. Isso pode incluir a análise de

dados de sensoriamento remoto, a avaliação da biodiversidade e a monitoração de processos ecológicos chave.

5. Gerenciar os recursos naturais de forma sustentável, incluindo a pesca, a caça e a coleta de produtos florestais não madeireiros. Isso pode incluir a criação de áreas de uso restrito, a implementação de quotas de pesca ou a regulamentação de técnicas de extração.
6. Promover a restauração de florestas degradadas ou desmatadas, para aumentar a diversidade de espécies, restaurar funções ecossistêmicas, melhorar a conectividade e aumentar a resiliência das florestas de várzea.
7. Desenvolver políticas e programas de conservação que envolvam as comunidades locais, os povos indígenas e outras partes interessadas. Isso pode incluir a criação de áreas protegidas, a implementação de acordos de uso da terra comunitária e a promoção de atividades econômicas sustentáveis que incentivem a conservação.
8. Monitorar a qualidade da água e do solo nas áreas de floresta de várzea, a fim de detectar possíveis impactos ambientais e promover a adoção de medidas preventivas e corretivas.

Essas recomendações visam promover a conservação e preservação das florestas de várzea da Amazônia, garantindo sua importância ecológica e social para as gerações presentes e futuras.

ANEXOS



NUSECUFAM
Núcleo de Socioeconomia



Anexo 01 – Instrumento de coleta de dados em campo

C&T AGROFLORESTA: Uso de tecnologias para a redução do desmatamento e inclusão socioproductiva de comunidades rurais em situação de vulnerabilidade socioeconômica

FORMULÁRIO SOCIOECONÔMICO - INDIVIDUAL

Form. N.: _____

Ex: Form. N.: 001/Canutamas

Data: ____/____/2022 Hora: ____:____h

1. IDENTIFICAÇÃO DO FORMULÁRIO

1.1 Entrevistador _____

1.2 Comunidade: _____ 1.3 Município: _____ UF: AM

2. INFORMAÇÕES DA UNIDADE DOMICILIAR

2.1 Nome do entrevistado: _____

2.2 Chefe da família: _____

2.3 Tempo de moradia no local _____ anos 2.4. Idade: _____ anos 2.5 Sexo: Masc. () Fem. ()

2.6 Estado Civil: 1. Solteiro () 2. Casado () 3. União Consensual () 4. Separado () 5. Viúvo ()

2.7. Quantas pessoas moram neste domicílio? _____

2.8 Lista das pessoas da família

Parentesco Ex: Pai (Nome e sobrenome, se possível) / Se mais nomes, escrever atrás da folha	Sexo (M ou F)	Idade	Escolaridade	Ocupação (Profissão)
Pai				
Mãe				

3. DADOS DE MOBILIDADE

3.1 Nasceu nesta comunidade? Sim () Não () 3.2 Se sim, sempre morou nesta comunidade? Sim () Não ()

3.3 Se não, onde nasceu? Comunidade _____ Município _____ Estado _____

3.4 Depois que saiu do lugar onde nasceu, veio diretamente para cá? Sim () Não ()

3.5 Se não, qual o histórico de mobilidade?

Mudanças	Local de saída	Ano de saída	Atividades desenvolvidas
Última			

3.6 Por que você se mudou para cá? **(Marcar por Ordem de Prioridade, sendo 1 maior prioridade)**

Constituição de família []

Transferência de trabalho []

Procura de trabalho []

Procura de melhores condições de educação []

Procura de melhores condições de saúde []

Acompanhando os pais, o(a) esposo(a) ou outros familiares []

Outro [] Qual: _____

3.7 Se foi motivo econômico, qual a atividade econômica que atraiu? _____

3.8 Como era quando o(a) senhor(a) chegou aqui? (paisagem, caça, pesca, floresta, capoeira)? **(GRAVAR AUDIO)**

4. EDUCAÇÃO

4.1 Sabe ler e escrever? Sim () Não ()

4.2 Frequenta escola? Sim () Não () Já frequentou () Nunca frequentou ()

4.2.1 A escola fica na comunidade? Sim () Não ()

4.2.2 Qual o meio de transporte usado para ir à escola? **(Marcar por Ordem de Utilização)**

1. Caminhada () 2. Transporte coletivo () 3. Barco () 4. Outro () Qual: _____

4.3 Por que deixou de frequentar escola ou nunca frequentou? **Marcar com X**

1. Não havia escolas ()
2. A escola é (era) distante ()
3. A escola fechou ()
4. A escola só vai até certa série ()
5. Precisa (precisava) trabalhar para sustentar-se ou à família ()
6. Falta de interesse pessoal ou dos pais ()
7. Falta de transporte ()

4.4 Quais os principais problemas encontrados na educação? **Marcar com X e (Gravar áudio)**

1. Infraestrutura () 2. Merenda () 3. Ausência de professores () 4. Outros () Qual: _____

5. SAÚDE

5.1 Em caso de doenças graves (emergência), o que fazem? (como buscam o atendimento) _____

5.2 Qual o meio de transporte usado, no caso de deslocamento do paciente? _____

5.3 Quanto tempo até chegar ao local de atendimento? _____

5.4 Quais as doenças mais frequentes? Marcar com X		
Doenças	Adultos	Crianças
1. Malária		
2. Dengue		
3. Covid		
4. Hepatite		
5. Catapora		
6. Sarampo		
7. Caxumba		
8. Diarreia		
9. Gripe		
10. Doenças crônicas (diabetes, hipertensão arterial etc.)		

5.5 Como são tratadas as doenças	Marcar com X
Remédio com orientação médica	
Remédio sem orientação médica	
Remédio com orientação do agente de saúde	
Remédio com orientação do rezador	
Não usa medicamento	
Outro	
É beneficiário de algum programa para receber medicamentos	
Remédio caseiro (Plantas medicinais)	
Quais:	

Outras doenças: _____

5.6 No caso do uso de remédio (s) caseiro (s). Qual (is) são mais utilizados? _____

6. HABITAÇÃO DOS MORADORES



NUSECUFAM
Núcleo de Socioeconomia



6.1 Ambiente de Habitação: 1. Terra Firme () 2. Várzea ()

6.2 Tipo de Habitação:

1. Madeira () 2. Alvenaria () 3. Palha () 4. Mista () 5. Outra () qual _____

6.3 Estrutura da cobertura:

1. Palhas () 2. Telha de barro () 3. Zinco/alumínio () 4. Fibrocimento () 5. Outra () qual _____

6.4 Condição do domicílio:

1. Casa Própria () 2. Alugada () 3. Cedida () 4. Outra () qual _____

6.5 Total de cômodos: _____ 6.6. Total de cômodos servindo como dormitórios: _____

7. SANEAMENTO BÁSICO FAMILIAR

Água

7.1 Onde coleta a água?

1. Rede de Abastecimento () 2. Rio () 3. Igarapé () 4. Lago () 5. Poço artesiano () 6. Cacimba ()
7. Água de chuva () 8. Outra (), qual _____

7.1.1 No caso de coleta de água, quem realiza a coleta? _____

7.2 Qual o tratamento da água para consumo?

1. Filtra () 2. Ferve () 3. Côa () 4. Aplica Cloro () 5. Outra () O que? _____

8. MEIOS DE COMUNICAÇÃO/INFORMAÇÃO

8.1 Quais os meios de comunicação que você utiliza?

1. Telefone público () 2. Telefone rural () 3. Telefone celular () 4. Correios ()
5. Internet () 6. Outros () quais _____

8.2 Como você se mantém informado?

1. Rádio () 2. TV () 3. Jornais () 4. Revistas () 5. Internet () 6. Outro (),
quais _____

9. TRANSPORTE

9.1 Qual o meio de transporte mais utilizado pela família para se deslocar a outras localidades?

1. Ônibus () 2. Micro-ônibus () 3. Motocicleta () 4. Bicicleta () 5. Carro () 6. Caminhão () 7.
Voadeira () 8. Barco () 9. Animal () 10. rabetá () 11. Outro Qual: _____

10. ASPECTOS DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO



NUSECUFAM
Núcleo de Socioeconomia



10.1 Existe algum trabalho que o senhor (a) faz com outras pessoas (considerar, todas as atividades, agricultura, pesca, extrativismo, criação de animais). Sim () Não ()

1 Mutirão ()

Em que atividades? _____

2. Troca de dia ()

Em que atividades? _____

3. Outros ()

Em que atividades? _____



NUSECUFAM
Núcleo de Socioeconomia



10.2 O que o Sr. Planta?

Produtos Agrícolas	Tipo de ecossistema	Sub Sistema (1)	Período da Produção (meses)	Destino	Produção Última Safra	Quantidade vendida (Colocar Unidade)	Local de venda	Valor obtido com a produção	Forma aquisição da semente (2)	Tipo de adubo	Mão de obra utilizada
	1. Várzea [] 2. Terra Firme []	1. Roça [] 2. Quintal [] 3. Capoeira [] 4. Outro []		1. Consumo [] 2. Venda [] 3. Troca []					1. Compra [] 2. Troca [] 3. Guarda [] 4. Outro []	1. Orgânico [] 2. Sintético []	1. Familiar [] 2. Diária [] 3. Contratado []
	1. Várzea [] 2. Terra Firme []	1. Roça [] 2. Quintal [] 3. Capoeira [] 4. Outro []		1. Consumo [] 2. Venda [] 3. Troca []					1. Compra [] 2. Troca [] 3. Guarda [] 4. Outro []	1. Orgânico [] 2. Sintético []	1. Familiar [] 2. Diária [] 3. Contratado []
	1. Várzea [] 2. Terra Firme []	1. Roça [] 2. Quintal [] 3. Capoeira [] 4. Outro []		1. Consumo [] 2. Venda [] 3. Troca []					1. Compra [] 2. Troca [] 3. Guarda [] 4. Outro []	1. Orgânico [] 2. Sintético []	1. Familiar [] 2. Diária [] 3. Contratado []
	1. Várzea [] 2. Terra Firme []	1. Roça [] 2. Quintal [] 3. Capoeira [] 4. Outro []		1. Consumo [] 2. Venda [] 3. Troca []					1. Compra [] 2. Troca [] 3. Guarda [] 4. Outro []	1. Orgânico [] 2. Sintético []	1. Familiar [] 2. Diária [] 3. Contratado []
	1. Várzea [] 2. Terra Firme []	1. Roça [] 2. Quintal [] 3. Capoeira [] 4. Outro []		1. Consumo [] 2. Venda [] 3. Troca []					1. Compra [] 2. Troca [] 3. Guarda [] 4. Outro []	1. Orgânico [] 2. Sintético []	1. Familiar [] 2. Diária [] 3. Contratado []
	1. Várzea [] 2. Terra Firme []	1. Roça [] 2. Quintal [] 3. Capoeira [] 4. Outro []		1. Consumo [] 2. Venda [] 3. Troca []					1. Compra [] 2. Troca [] 3. Guarda [] 4. Outro []	1. Orgânico [] 2. Sintético []	1. Familiar [] 2. Diária [] 3. Contratado []
	1. Várzea [] 2. Terra Firme []	1. Roça [] 2. Quintal [] 3. Capoeira [] 4. Outro []		1. Consumo [] 2. Venda [] 3. Troca []					1. Compra [] 2. Troca [] 3. Guarda [] 4. Outro []	1. Orgânico [] 2. Sintético []	1. Familiar [] 2. Diária [] 3. Contratado []
	1. Várzea [] 2. Terra Firme []	1. Roça [] 2. Quintal [] 3. Capoeira [] 4. Outro []		1. Consumo [] 2. Venda [] 3. Troca []					1. Compra [] 2. Troca [] 3. Guarda [] 4. Outro []	1. Orgânico [] 2. Sintético []	1. Familiar [] 2. Diária [] 3. Contratado []



10.3 Usa equipamentos agrícolas? Sim () Não ()

10.3.1 De que tipo? _____

10.4 O senhor utiliza agrotóxicos? Sim () Não () Se sim, quais? _____

Criação de Animais

10.5 O Sr. cria algum animal? Sim () Não ()

10.6 Quais os animais que o senhor (a) cria?

Animal	Quantidade de animais	Finalidade	Local de venda	Derivados
		1. Consumo [] 2. Venda []		
		1. Consumo [] 2. Venda []		
		1. Consumo [] 2. Venda []		
		1. Consumo [] 2. Venda []		
		1. Consumo [] 2. Venda []		
		1. Consumo [] 2. Venda []		
		1. Consumo [] 2. Venda []		
		1. Consumo [] 2. Venda []		

Extrativismo Animal – Pesca

10.7 O Sr. pesca? Sim () Não ()

10.8 Quanto aos apetrechos:

Apetrechos	Quais os apetrechos utilizados?	Qual o material do apetrecho	Qual o comprimento
1. Malhadeira			
2. Linha de mão (linha e anzol)			
3. Arrastadeira ou rede			
4. Tramalha			
5. Tarrafa			
6. Arpão			
7. Arco e flecha			
8. Estiradeira (espinhel)			
9. Zagaia			



NUSECFAM
Núcleo de Socioeconomia



10. Caniço			
11. Currico			
12. Arrastão ou redinha			

10.9 Houve financiamento para a aquisição dos apetrechos? Sim () Não().

10.10 Se sem, qual a instituição financiadora? _____

10.11 Quanto à embarcação:

Tipos	Quantidade	Capacidade
1. Barco		
2. Canoa		
3. Rabeta		
4. Outros		

10.12 Qual o motivo da pesca? 1. Comercial () 2. Esportiva () 3.Ornamental () 4. Consumo ()

11. ORGANIZAÇÃO SOCIAL

11.1 Participa de organização social? Sim () Não()

16.2 Caso positivo, qual?

1. Associação de Produtores () 2. Associação de moradores () 3. Igreja () 4. Cooperativa () 5. Clube de jovens () 6. outro, qual _____

16.3 Qual o Nome da Associação: _____

12. FLORESTA DE VÁRZEA

12.1 Aqui na região as florestas estão diminuindo?

12.2 As florestas guardam plantas que poderão ajudar na cura de doenças?

12.3 É possível usar as florestas sem acabar com elas?

12.4 A exploração planejada da floresta pode gerar renda?

12.5 As florestas influenciam na pesca?

12.6 Há diferença no tamanho do peixe pescado na floresta alagada?

12.7 A floresta afeta a quantidade de peixe?

12.8 A floresta variedade de peixe?

12.9 Os bichos que vivem na floresta estão diminuindo nos últimos anos?

12.10 O fogo é uma grande ameaça para as florestas?

12.11 O clima está mudando porque as florestas estão diminuindo?

12.12 Reduzindo as florestas a comunidade vai ficar mais quente?

12.13 O desmatamento pode influenciar no nível do rio?

12.14 Onde há florestas o solo é melhor?

12.15 As florestas influenciam em relação a sua moradia?

12.16 As florestas influenciam na sua renda mensal?

12.17 As florestas afetam a temperatura da água?

12.18 As florestas afetam a qualidade da água?

12.19 As florestas influenciam nos ventos que afetam as casas?

12.20 A paisagem tem se alterado muito ao longo dos anos?
