

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA CENTRO DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – CECEN
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA DO
ESPAÇO – PPGeo**

JUCIANA DA CONCEIÇÃO BIRINO DE SOUZA

**USO E COBERTURA DA TERRA COM INCIDÊNCIA DE QUEIMADAS NA
RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI ENTRE OS ANOS DE 1985 A 2020**

Linha de pesquisa: Dinâmica da Natureza e Conservação

São Luís (MA)

2024

JUCIANA DA CONCEIÇÃO BIRINO DE SOUZA

**USO E COBERTURA DA TERRA COM INCIDÊNCIA DE QUEIMADAS NA
RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI ENTRE OS ANOS DE 1985 A 2020**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) como requisito para obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientador(a): Swanni T. Alvarado
Coorientador (a): Silas Nogueira de Melo

São Luís (MA)

2024

Souza, Juciana da Conceição Birino de.

Uso e cobertura da Terra com incidência de queimadas na Reserva Biológica do Gurupi entre os anos de 1985 a 2020/ Juciana da Conceição Birino de Souza – São Luís (MA), 2024.

96 fls.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço - PPGeo) - Universidade Estadual do Maranhão - UEMA 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Swanni Tatiana Alvarado Romero.

Coorientador: Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo

1. Desmatamento. 2. Fogo. 3. Carbono. I.Título.

CDU: 544.452.5(812.1)

JUCIANA DA CONCEIÇÃO BIRINO DE SOUZA

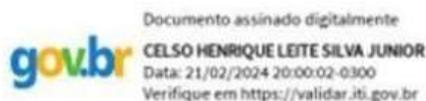
**USO E COBERTURA DA TERRA COM INCIDÊNCIA DE QUEIMADAS NA
RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI ENTRE OS ANOS DE 1985 A 2020**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) como requisito para obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientador(a): Swanni T. Alvarado
Coorientador (a): Silas Nogueira de Melo

Aprovada em: 20 de fevereiro de 2024

BANCA EXAMINADORA



Dr. (a) CELSO HENRIQUE LEITE SILVA JUNIOR, IPAM

Examinador(a) Externo à Instituição

Dr. (a) ANA ROSA MARQUES, UEMA

Examinador(a) Interno

Dr. (a) SÍLAS NOGUEIRA DE MELO, UEMA

Examinador(a) Interno

SWANNI TATIANA ALVARADO ROMERO, UEMA

Presidente(a)

À minha mãe Caciana e a minha avó Lucinete, que são meu porto seguro, minha força e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Concluo esta etapa com a certeza de que Deus e Nossa Senhora estiveram comigo do início ao fim. Agradeço a Eles pela graça de concluir mais este ciclo da minha carreira, a concretização de um sonho junto à minha família.

Agradeço, de modo especial, à minha mãe, Caciana, e à minha avó, Lucinete, que vibraram comigo durante a minha aprovação no mestrado, me deram forças e têm me acompanhado até aqui, e sempre estarão onde quer que eu esteja. Junto a elas, agradeço também à minha baby pet, Calita (*in memoriam*), por estar ao meu lado como uma fiel guardiã e ter me proporcionado tantas alegrias ao longo de sua breve e amável vida.

Agradeço à minha orientadora, Swanni T. Alvarado, e ao meu coorientador, Silas Nogueira Melo, que estiveram comigo nesta caminhada, instruindo e direcionando para que eu pudesse entregar os melhores resultados, indo além do que eu imaginava.

Agradeço ao meu namorado, Paulo Henrique, por seu amor, paciência, carinho, apoio e palavras de conforto durante esse processo.

Aos meus amigos do PPGEO e aos que conquistei durante a graduação, em especial, a Marcos Vinícius, Brenda Nunes, Luécya Costa, Thayrlan Silva, Giselle Martins e Débora Ferreira, por me acompanharem durante as atividades e viagens para eventos científicos.

Agradeço a Lucas Daniel, Izadora Santos, Gabriel Costa e André Leal pela ajuda na aquisição e processamento dos dados da pesquisa.

Agradeço aos professores Lindon Fonseca, Fabrício Silva, J. Christopher Brown, Luís Carlos e à equipe do Projeto MAPFIRE pela companhia durante os trabalhos de campo na REBIO do Gurupi e pelas contribuições à pesquisa.

Agradeço aos professores Yata Masullo, Ana Rosa, e à técnica do ICMBIO, Luciana, por serem pontes de contato com o pessoal do ICMBIO de Açailândia, os assentados, territórios indígenas e pesquisadores.

Agradeço aos meus colegas de turma, Roberto Lucindo e Fernando Lima, pela ajuda e contato com os servidores das SEMAs.

Aos servidores do ICMBIO, em especial, Lorrane Cantanhede, Pitter e seus amigos, que nos ajudaram na aquisição de fotografias, no planejamento de campo e nos acompanharam dentro da REBIO do Gurupi.

Sou grata aos assentados do Aeroporto e Amazônia e aos servidores das SEMAs de Itinga, Centro Novo do Maranhão, São João do Carú e Bom Jardim, pela concessão das entrevistas.

Meus mais sinceros agradecimentos também a Nana Alves pelas palavras de apoio e incentivo durante a fase de inscrição do seletivo e ao longo de todo o mestrado.

Por fim, agradeço à UEMA e à CAPES pela concessão da bolsa, e à FAPEMA e à FAPESP pelo auxílio financeiro durante os eventos científicos e trabalhos de campo.

A relação entre as pessoas e a natureza, particularmente no contexto das Áreas Protegidas (APs), é altamente política, abrangendo questões de direitos e acesso à terra e aos recursos, o papel do Estado (cada vez mais de atores não estatais nas ONG e no setor privado), o poder da compreensão científica e de outras compreensões da natureza

(Adams; Hutton, 2007, tradução nossa).

RESUMO

O desmatamento é uma das principais ameaças para a diversidade da floresta amazônica. Essa perturbação está associada às mudanças nos usos e coberturas da terra e à incidência de queimadas florestais, que degradam os ecossistemas naturais e afetam as populações humanas. Esta pesquisa visa compreender as mudanças dos usos sob a cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi (REBIO), nos anos de 1985 a 2020. Buscou-se analisar quantitativa e qualitativamente as distribuições espaciais de uso e cobertura da terra e suas transformações, verificando por meio da reconstrução histórica dos dados de áreas de queimadas a incidência do fogo ao longo dos 35 anos, disponíveis no MAPBIOMAS. Além disso, quantificou-se áreas que contribuíram para as emissões (desmatamento + queimadas) e remoções (regeneração da vegetação florestal natural) dentro da REBIO. A metodologia foi dividida em três partes, constituídas de: atividade de gabinete e aplicação de entrevistas com realização de campo. Os dados quantitativos mostraram que a classe da Formação Florestal reduziu cerca de 9,97% desde 1985, com maior queda entre os anos de 2000 a 2005 (4,62%), período em que a classe da Pastagem aumentou (4,62%). O desmatamento sucedido pela queima corroborou para o declínio da cobertura nativa, uma vez que atividades de extração de madeira para venda e comercialização, expansão agropecuária e construções de assentamentos eram evidentes até a primeira década dos anos 2000. A maior detenção de desmatamento e queimadas ocorreu no período de 2010 a 2015, com taxas consecutivas de 5,68% e 0,84%, sendo este o período que mais teve áreas que ajudaram a emitir carbono para a atmosfera (44%). Em contrapartida, as remoções ocorreram dentro da classe de regeneração, com maior índice de 2015 a 2020 (79%), apontando que a REBIO está entrando em processo de recuperação florestal, como afirmaram os dados e os entrevistados. Este trabalho trouxe à luz o cenário atual de uma área protegida frente à expansão das atividades humanas, podendo servir como subsídio para futuras pesquisas científicas que discutem a proteção do bioma amazônico, auxiliando na elaboração de políticas intervencionistas para o estado do Maranhão.

Palavras-chave: Desmatamento; Fogo; Carbono.

ABSTRACT

Deforestation is one of the main threats to the diversity of the Amazon rainforest. This disturbance is associated with changes in land use and cover and the incidence of forest fires, which degrade natural ecosystems and affect human populations. This research aims to understand the changes in land use within the Gurupi Biological Reserve (REBIO) from 1985 to 2020. It sought to analyze quantitatively and qualitatively the spatial distributions of land use and cover and their transformations, verifying through the historical reconstruction of fire data the incidence of fire over 35 years, available on MAPBIOMAS. Additionally, areas contributing to emissions (deforestation + fires) and removals (natural forest vegetation regeneration) within the REBIO were quantified. The methodology was divided into three parts, consisting of desk activities and the application of field interviews. Quantitative data showed that the Forest Formation class decreased by about 9.97% since 1985, with the largest decline between 2000 and 2005 (4.62%), during which the Pasture class increased (4.62%). Deforestation followed by burning contributed to the decline of native cover, as activities such as logging for sale and commercialization, agricultural expansion, and the construction of settlements were evident until the first decade of the 2000s. The highest rates of deforestation and fires occurred from 2010 to 2015, with consecutive rates of 5.68% and 0.84%, respectively, making this the period that contributed the most to carbon emissions into the atmosphere (44%). Conversely, removals occurred within the regeneration class, with the highest rate from 2015 to 2020 (79%), indicating that REBIO is entering a process of forest recovery, as confirmed by the data and interviewees. This work sheds light on the current scenario of a protected area facing the expansion of human activities, and it can serve as a basis for future scientific research discussing the protection of the Amazon biome, aiding in the development of interventionist policies for the state of Maranhão.

Keywords: Deforestation; Fire; Carbon balance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica da Reserva Biológica do Gurupi	17
Figura 2 - Fluxograma metodológico da pesquisa	25
Figura 3 - Registro de campo dentro da Reserva Biológica do Gurupi.....	28
Figura 4 - Trecho da Ferrovia Carajás no município de Arari – MA.....	37
Figura 5 - Representação da Exploração seletiva e do desmatamento por corte Raso	40
Figura 6 - Padrão de desmatamento exposto pelo formato de espinha de peixe.....	41
Figura 7 - Esquema do ciclo do carbono entre a superfície e atmosfera	45
Figura 8 - Espacialização dos usos e da cobertura da Terra na Reserva Biológica do Gurupi de 1985 a 2020	50
Figura 9 - Transformação dos usos e da cobertura da Terra na Reserva Biológica do Gurupi de 1985 a 2020	53
Figura 10 - Distribuição de áreas (km ²) com e sem queimadas em %	57
Figura 11 - Espacialização da frequência de queimadas entre 1985 a 2020	59
Figura 12 - Diagrama de Sankey das classes em transição que queimaram entre 1985 a 2020	60
Figura 13 - Gráficos de distribuição entre Emissões e Remoções de carbono entre 1985 a 2020.....	61
Figura 14 - Distribuição das áreas e porcentagem das emissões e remoções	62
Figura 15 - Registros de áreas de pasto localizadas no Norte e Centro da REBIO do Gurupi	65
Figura 16 - Extração e queima de madeira na borda da REBIO do Gurupi	66
Figura 17 - Campo de preparo e colheita de milho e arroz na borda da REBIO do Gurupi	67
Figura 18 - Produção de carvão e área queimada na borda da unidade	68
Figura 19 - Registros da vegetação espaçada e densa dentro da REBIO do Gurupi	69
Figura 20 - Registro da área de plantação de soja e lavoura temporária na borda da REBIO	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área e porcentagem das classes de uso e cobertura da Terra na Reserva Biológica do Gurupi entre 1985 a 2020.....	51
Tabela 2 - Área e porcentagem das transformações na Reserva Biológica do Gurupi entre 1985 a 2020	53
Tabela 3 - Classes, área em km ² e porcentagem de queimadas nas classes de transição entre 1985 a 2020	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO	17
3 CAMINHOS METODOLÓGICOS	21
3.1 Produção em gabinete.....	21
3.2 Aplicação de entrevistas	26
4 ABORDAGEM TEÓRICA DE USO E DA COBERTURA DA TERRA: IMPLICAÇÕES E CONCEITOS	29
4.1 Evolução e conceituação da Paisagem geográfica.....	29
4.2 Conceituação científica de uso e cobertura da Terra	31
4.3 O reflexo da ocupação brasileira e maranhense nas transformações da cobertura da Terra	34
5 PRINCIPAIS CAUSAS DA MUDANÇA DA COBERTURA DA TERRA PELOS USOS NA AMAZÔNIA MARANHENSE: RELAÇÃO DESMATAMENTO, QUEIMADAS E EMISSÃO DE CARBONO.....	38
5.1 Desmatamento	38
5.2 Queimadas florestais.....	43
5.3 Emissão e remoção de carbono	45
6 RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI E SUA DINÂMICA (INTERNA E EXTERNA) NA FAIXA MULTITEMPORAL DE 1985 A 2020.....	49
6.1 Variação espaço-temporal de uso e cobertura da Terra entre os anos de 1985 a 2020 na REBIO do Gurupi.....	49
6.1.1 Análise das transformações de uso e cobertura da Terra.....	51
6.2 Incidência de queimadas por classe de uso e cobertura	54
6.2.1 Acumulados da ocorrência de queimadas nas classes de transformações de uso e cobertura da Terra.....	54
6.2.2 Frequência de queimadas	55
6.3 Variação das áreas de Emissão e Remoção de Carbono	60
7 RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI: UMA QUESTÃO ALÉM DOS NÚMEROS	64
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
REFERÊNCIAS.....	78
APÊNDICE A - ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA REALIZADA DURANTE A VISITA NA SEDE DO ICMBIO EM AÇAILÂNDIA -	86
APÊNDICE B - ROTEIRO DA ENTREVISTA REALIZADA COM ASSENTADOS...87	87
ANEXO A – DOCUMENTO DE SOLICITAÇÃO DE ENTRADA NA RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI EMITIDO NO PORTAL DO SISBIO.....	90
ANEXO B - TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE DOS ENTREVISTADOS.....	93

1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia Maranhense, o desmatamento é relacionado a ocupação e uso desordenado da terra e dos recursos naturais, provocando perda da biodiversidade, erosão, assoreamento dos rios, além de desenvolver prejuízos para o setor econômico (Santos, 2017). Estima-se que 76% da vegetação florestal do estado já foi desmatada e 24% das florestas se encontram conservadas, localizadas principalmente nas unidades de conservação como (Silva-Junior *et al.*, 2020). Em conjunto com o desmatamento, as queimadas associadas causam diversos danos: elimina determinadas espécies sensíveis ao fogo; provocam a emissão de CO₂ e outros Gases de Efeito Estufa (GEE); alteram as condições químicas do solo e contribuem para a proliferação de doenças pneumorespiratórias (Alves; Alvarado, 2019).

Uma área queimada quando não é supervisionada corretamente, pode transformar-se em incêndios florestais. Após 31 anos da ocorrência de um incêndio, a biomassa vegetal recupera apenas 60%, um percentual abaixo se comparado a uma floresta que não passou por alguma perturbação; gerando, conseqüentemente, perda de carbono, danificando as florestas, alterando o ciclo hídrico, influenciando na saúde e bem-estar das pessoas, da biodiversidade e nas atividades econômicas (Aragão *et al.*, 2018). Tendo em vista esse cenário, torna-se evidente a importância de ambientes protegidos por lei que tem como objetivo conservar as florestas nativas, como é o caso da área de estudo desta pesquisa, a Reserva Biológica do Gurupi (REBIO), uma das 2.469 unidades de conservação distribuídas em todo território brasileiro (Brasil, 2020).

Coordenada, pelo Instituto Chico Mendes (ICMBIO), a REBIO está dentro do Centro de Endemismo Belém – CEB (Pereira; Vieira, 2019) que é o centro mais desmatado da Amazônia Brasileira e tem perdido drasticamente os recursos florísticos e faunísticos devido as atividades ligadas a extração de madeira, avanço da pecuária, expansão da produção de grãos, entre outros, que têm gerado conflitos fundiários com a expulsão de grupos sociais que vivem na extensão das estradas (Mesquita *et al.*, 2019).

A reserva foi criada pelo Decreto de nº 95.614 de 12 de janeiro de 1988 e é assegurada pela Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 que instaurou o Sistema Nacional de Unidades de conservação da Natureza – SNUC, a qual afirma que a Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e os demais atributos naturais existentes em seus limites, sem nenhuma interferência humana direta ou com modificações ambientais (Brasil, 2000). Contudo, apesar da reserva não permitir o uso direto, esta não é uma realidade das diversas reservas biológicas existentes no Brasil, dentre elas a do Gurupi que tem sofrido historicamente com

diversos problemas associados ao desmatamento, retirada ilegal de madeira, ocupação ilegal do território, etc (Brasil, 2020).

Deste modo, nesta pesquisa a autora se propôs a compreender as mudanças dos usos sob a cobertura da Terra na REBIO, entre os anos de 1985 a 2020, períodos considerados importantes para a reserva, uma vez que inclui os processos de ocupação na porção oeste maranhense, a periodização legal que delimita e decreta como área protegida e, momentos mais recentes que refletem sucessivos contextos para o recorte da pesquisa.

A autora começou a estudar a REBIO na graduação, onde analisou estaticamente as mudanças de uso e cobertura multitemporal em meu Trabalho de Conclusão de Curso¹. Contudo, aqueles números não conseguiram explicar totalmente ao que tem levado uma unidade de proteção legal, que possui limites para a intervenção humana, a ter grandes índices de alteração na cobertura da Terra. Expandiu a temática para o mestrado com novos objetivos que emergiram em torno das seguintes perguntas:

- (I) Considerando o título de “Unidade de Proteção Integral” e sua importância biológica para a biodiversidade e as populações dentro da reserva ao longo dos últimos trinta e cinco anos?
- (II) Como o processo de ocupação do território oeste maranhense influenciou na dinâmica de uso e cobertura da Terra?
- (III) Levando em conta a expansão de usos agropecuários na região, como tem sucedido o desmatamento e as queimadas dentro do recorte de estudo?
- (IV) Tomando pelo fato de que cerca de 76% da Amazônia Maranhense já foi desmatada, estando inclusa no arco do desmatamento, a atividade de fogo é uma das mais elevadas na região amazônica. Diante a isso, como ocorreu o a dinâmica das áreas que contribuíram para as emissões e remoções de carbono na REBIO?

Neste sentido, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar a relação das mudanças de uso e cobertura da Terra na REBIO com a incidência de queimadas entre os anos de 1985 a 2020,

¹O trabalho de conclusão de curso teve como título *Análise multitemporal das mudanças de uso e cobertura da Terra na Reserva Biológica do Gurupi (MA) entre os anos de 1985 a 2019* e teve como orientação a professora Dr^a Swanni T. Alvarado. A pesquisa partiu de um trabalho da disciplina de Geoprocessamento e se estendeu para o TCC, apresentado no ano de 2021, para o curso de Geografia Bacharelado da UEMA. Determinados trechos deste trabalho são resultados coletados durante o TCC, os quais foram atualizados.

analisando as mudanças das distribuições espaciais dos tipos de uso e cobertura da Terra entre os anos de 1985 a 2020 na REBIO, verificando por meio da reconstrução dos dados de áreas de queimadas disponível no MAPBIOMAS Fogo, a incidência do fogo nos últimos 35 anos na REBIO. Além disso, mensurou-se as áreas que contribuíram para as emissões e remoções de carbono por meio das áreas regeneradas e desmatadas e, por fim, almejou-se compreender a relação uso e cobertura da Terra por meio de relatos de instituições ambientais e os assentamentos.

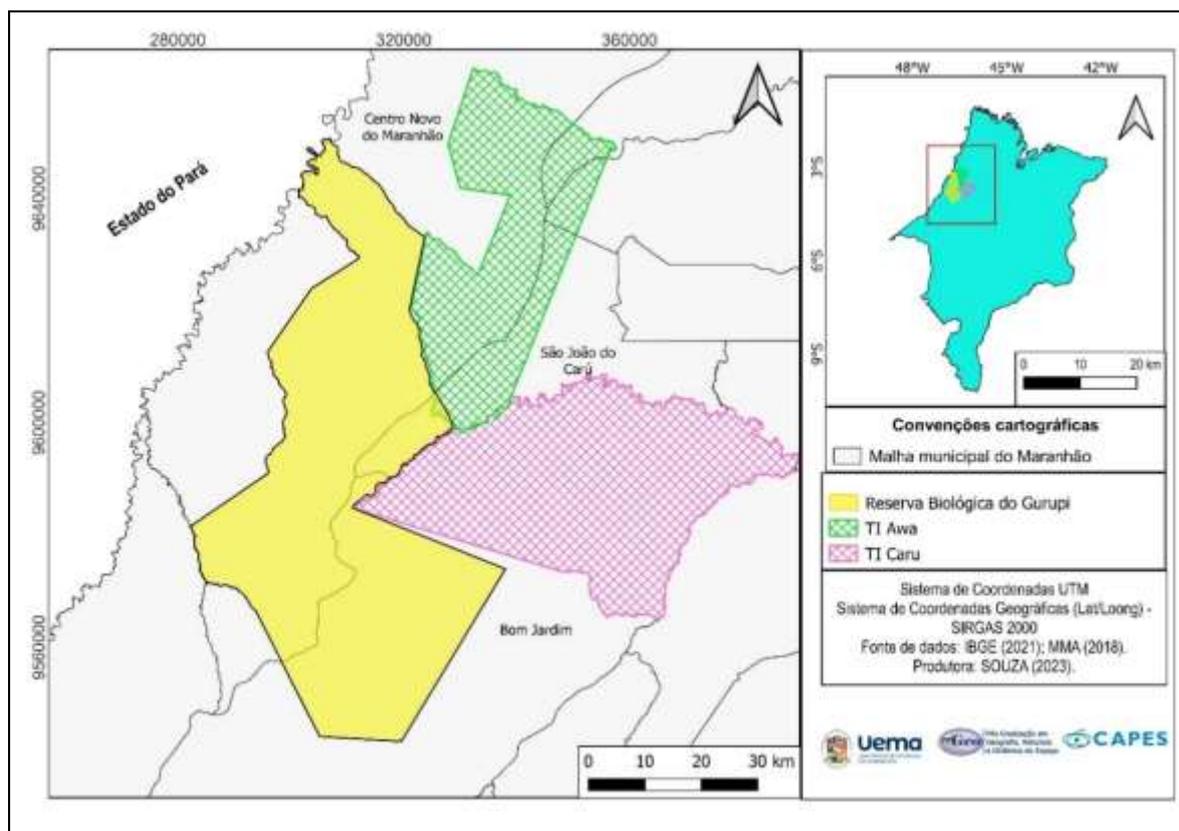
A pesquisa foi dividida em tópicos: o primeiro, apresenta a parte introdutória do trabalho. O segundo, compõe os objetivos gerais e específicos da pesquisa. O terceiro tópico é um levantamento das características socioambientais relevantes da reserva e sua relação com os territórios indígenas adjacentes. O quarto, explica sobre o método e a metodologia aplicada na pesquisa.

O quinto tópico, configura-se na discussão sobre a categoria de análise geográfica, conceitos sobre uso e cobertura da Terra e a descrição sobre o processo de ocupação na Amazônia Maranhense. O sexto, explica sobre os principais fenômenos que causam a mudança da cobertura da Terra na REBIO e seus principais efeitos para a natureza e a sociedade. O sétimo tópico são os resultados quantitativo do levantamento de uso e cobertura, queimadas e áreas que emitiram ou removeram carbono. O oitavo é o tópico que fala sobre informações qualitativas obtidas por meio do mapeamento, atividade de campo e das entrevistas. O desfecho dos tópicos se sucede pelas considerações finais.

2 CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com Celentano *et al.* (2018), a REBIO possui aproximadamente 2.711,82 km², estando situada na região Nordeste do Brasil, no estado do Maranhão, região ecótona entre os biomas Amazônia e Cerrado (ICMBIO, 2020). Abrange três municípios de diferentes extensões territoriais que são Centro Novo do Maranhão (59,08%), Bom Jardim (35,59%) e São João do Carú (5,33%) (Silva *et al.*, 2020). Tem relação direta com três Terras Indígenas (TI's) justapostas próximas da reserva: TI Awa e TI Carú, as quais desempenham papel fundamental para a REBIO, visto que são consideradas como um corredor ecológico para a região (De Oliveira Hessel; Lisboa, 2015). A **Figura 1** mostra a localização geográfica da REBIO juntamente com as terras indígenas adjacentes.

Figura 1 - Localização geográfica da Reserva Biológica do Gurupi



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

a) Caracterização Ambiental

Contida no Centro de Endemismo Belém-Pará, a REBIO possui características físicas de suma importância para a região. Desta forma, é banhada por duas bacias hidrográficas: do

Rio Pindaré e do Rio Gurupi (Loureiro, 2019). Com um percurso de 400 km, a bacia hidrográfica do Rio Gurupi conflui com o rio Itinga, formando uma linha limítrofe entre os estados do Maranhão e do Pará, desaguando no Oceano Atlântico, na baía do Gurupi (Loureiro, 2019). A bacia do Rio Pindaré nasce próximo da cidade de Montes Altos e Amarante do Maranhão, na serra do Gurupi, especificamente, na área indígena Krikati a cerca de 300 metros de altitude (ZEE, 2019).

A REBIO apresenta características climáticas com altas temperaturas tanto no período chuvoso quanto o seco, devido estar contida dentro da Floresta Amazônica. Os meses mais secos na REBIO vão de julho a setembro e o mais chuvoso de fevereiro a abril, apresentando temperaturas médias acima de 18°C (Barros; Barbosa, 2015).

Consoante o ZEE (2019), ao que tange a geologia, a REBIO é formada pelo Grupo Gurupi que são sedimentos metamórficos altamente decompostos, que desenvolvem no Rio Gurupi, predominada por materiais tais como xistos, micaxistos, quartzitos e quartzos, com pequenos falhamentos nas direções norte, nordeste-sul e sudoeste. A área possui afloramento da formação do Grupo Itapecuru, Formação Ipixuna e Unidades das Coberturas Lateríticas Maduras (ICMBIO, 2020).

No tocante a configuração pedológica, a qual serve para sustentar e nutrir a cobertura vegetal e ser abrigo de inúmeros animais, é composta pelo Plintossolos Argilúvicos, Latossolo Amarelo e Argissolos Vermelho-Amarelo, com a presença da mata ciliar de baixa conservação nas margens, devido a intensa ocupação humana que causa a erosão e o assoreamento nos leitos (Silva *et al.*, 2017).

A vegetação na REBIO compreende todas as características presentes no bioma Amazônico. Desta maneira, a vegetação predominante na REBIO é a Floresta Ombrófila Densa Montanhosa correspondendo a 41,67% de seu ecossistema. Em relação a fauna, a REBIO possui diferentes tipos de espécies, associadas diretamente com a cobertura vegetal existente em todo bioma amazônico, destacando-se o Gavião-real (*Harpyja harpyja*) qual é conhecido por sua imponência, sendo uma das maiores aves de rapina do mundo. Igualmente se encontram primatas como os Cairara Ka'apor (*Cebus kaapori*), e o Cuxiú-preto (*Chiropotes satanás*) que estão extremamente ameaçadas de extinção (UCB, 2020).

b) Caracterização socioeconômica

Acredita-se que a compreensão da formação populacional em volta da reserva é de extrema importância durante a discussão, uma vez que as concentrações populacionais

influenciam na demanda de extração de recursos minerais e, conseqüentemente, aumentam os impactos ambientais para a REBIO.

No ano de 2000, o município de Centro Novo do Maranhão, tinha cerca de 14.554 pessoas habitando, crescendo e apresentando em 2010, cerca de 17.622 habitantes, segundo os Censos do IBGE dos anos de 2000 e 2010. De acordo com o IBGE (2020), o município possui atualmente uma população estimada de 21.840 pessoas.

Em conformidade com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2011), cerca de 31,33% da população de Centro Novo do Maranhão residia na zona urbana, tendo incidência de pobreza no município e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza de 54,50% e 40,05%, respectivamente. No setor econômico, se destacam as principais fontes de recursos para o município: a pecuária, o extrativismo vegetal, a lavoura permanente, a lavoura temporária, o setor empresarial com 81 unidades atuantes e o trabalho informal, são as principais fontes de recursos para o município.

O município de Bom Jardim possuía em 1980 31.953 pessoas, aumentando em 1991 com 40.572 e decaindo em 2000, registrando 35.395 habitantes. Atualmente, tem uma população de 41.822 habitantes (IBGE, 2021) e cerca de 42,05% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município é de 52,88% e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 40,65%. De acordo com o IBGE (2020), as potencialidades econômicas de Bom Jardim são: a pecuária, a extração vegetal, as lavouras permanente e temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 198 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

Não apresentando dados populacionais entre 1980 a 1991, São João do Carú teve em 2000 cerca de 13.495 habitantes, reduzindo no ano de 2010, onde apresentou 12.309 pessoas. Em 2021, a população de São João do Carú foi estimada em 15.787 habitantes (IBGE, 2021). Cerca de 51,37% da população de São João do Carú reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 60,11% e 45,52% respectivamente. O IBGE (2020) mostra como os demais municípios da REBIO possuem a sua economia baseada nos setores da pecuária, o extrativismo vegetal, a lavoura permanente e a lavoura temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com vinte e oito unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

Dentro do limite da zona de amortecimento estabelecido pelo Plano de Manejo da REBIO (1988), existem duas principais TIs que fazem fronteira com o polígono da reserva,

sendo a TI Carú e a TI Awá. Além destas, a reserva possui influência indireta com as TIs Alto Turiaçu, Arariboia e do Alto Rio Guamá, no estado do Pará, compondo o “Mosaico Gurupi”, uma faixa de 50 km de raio estabelecido pelo plano que abrange 108 Projetos de Assentamentos, a BR-316, quatro municípios contidos dentro a reserva, 22 municípios maranhenses e mais 8 do Pará (Souza, 2021).

Em relação aos territórios que estão dentro da zona de 10 km, destaca-se que a TI Carú é habitada pelos Awa Guajá, Guajajara e Isolados dos Igarapés Presídio e Juruti, possuindo três povos no total, sendo dois deles (Awa Guajá e Guajajara) da família linguística Tupi-Guarani. Compreende os municípios de Bom Jardim e São João do Carú. Sofre de ameaças como exploração de recursos por caçadores e madeireiros, bem como passa por conflitos fundiários com posseiros e fazendeiros (ISA, 2023).

A TI Awá é habitada por dois povos, sendo estes os Awa Guajá e os Isolados de Mão de onça. A TI passa pelos municípios de Bom Jardim, Centro Novo do Maranhão, Governador Newton Bello, Nova Olinda do Maranhão, São João do Carú e Zé Doca. Assim como as demais, essa TI também sofre de potenciais ameaças, como a exploração de recursos por parte de caçadores e madeireiros, bem como de conflitos fundiários (ISA, 2023).

3 CAMINHOS METODOLÓGICOS

A escolha do método é essencial na construção da pesquisa científica, pois é uma forma de selecionar técnicas e de avaliar alternativas. Com base nisso, foi adotado o método Hipotético-dedutivo em que, por meio de pesquisas analíticas, técnicas de coleta de dados e subordinação do sujeito (pesquisador) ao objeto (fenômenos observados) (Sposito, 2004), possibilitaram a investigação dos padrões de usos e cobertura da Terra com as queimadas no recorte de estudo.

Dividiu-se a pesquisa em três etapas: a pesquisa de gabinete, aplicação de entrevistas e o trabalho de campo, os quais seguiram o cronograma de pesquisa apresentado ao programa. A primeira etapa se baseia na pesquisa literária que abrange a temática, onde os artigos científicos, revistas científicas, livros, dissertações, teses, legislações, relatórios técnicos, entre outros, contribuíram para as discussões propostas. Os principais repositórios concentram-se na CAPES, Google Acadêmico, *Scielo*, *Scopus*, *Science*, *Researchgate*, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC), Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Maranhão (ZEE – MA).

Durante a pesquisa de gabinete, foram coletados dados de algumas plataformas para a geração e organização de uma base de dados derivados de sensores remotos que foram utilizados na confecção dos produtos geoespacializados. Os formatos gráficos usados para composição dos mapas foram o matricial ou raster (GeoTIFF) e o *Shapefile* (SHP), processados nos softwares Quantum Gis (QGis) versão 3.24 e no ArcMap 10.5. Os gráficos, quadros e tabelas foram produzidos no Excel e no Word.

3.1 Produção em gabinete

I – Confecção dos mapas de uso e cobertura da Terra

Os dados matriciais de uso e cobertura da Terra foram coletados no MAPBIOMAS, Coleção 8 (<https://mapbiomas.org/en/colecoes-mapbiomas->), que permitiu ter acesso à diversos produtos derivados da família de satélites Landsat (TM, ETM+ e OLI) (MAPBIOMAS, 2024). A aplicação dessa plataforma para o recorte da pesquisa se deu em razão dos dados possuírem um bom nível de acurácia de 82.4% e discordância de 10.3% para o território brasileiro, além de dispor de imagens desde a década de 80, possibilitando na agilidade do processamento de

dados. O MAPBIOMAS atualiza periodicamente os dados segundo a necessidade de aperfeiçoar algoritmos de classificação com a metodologia processual e dinâmica para cada tipologia (MAPBIOMAS, 2023).

Esses dados estão disponíveis para todo o território brasileiro, através de *plugins* disponibilizados na plataforma *Google Earth Engine* (GEE), sem custo financeiro e permitindo o arquivamento dos arquivos em nuvem. Os rasters foram baixados pelo plugin Toolkit através do *asset* de dados do GEE, gerando os mosaicos da classificação feita a partir dos sensores da família Landsat.

Os rasters foram importados no software Qgis e cruzados com os vetores municipais do território maranhense. Os GeoTIFFs foram sobrepostos com o polígono da REBIO do Gurupi e a área de amortecimento de 10 km. Baseou-se na paleta de cor disponibilizada pela coleção do MAPBIOMAS (2021) que automatizou a classificação das tipologias. Contudo, foi necessária uma reclassificação dos rasters para gerar as seguintes categorias de transformação: “Desmatamento” e “Regeneração” para apontar áreas com transformação. Considerou-se para a classificação de Desmatamento áreas que antes eram Formação Florestal² e no ano seguinte viraram Pastagem ou atividade agrícola, enquanto as áreas de Regeneração referiam-se a Floresta secundária³.

Para esta etapa, reutilizou-se os rasters anuais de uso e cobertura da Terra do MAPBIOMAS, os quais foram introduzidos no ArcMap. A reclassificação foi realizada pelas operações das funções de álgebra de mapas, por meio da análise quantitativa de pixels por pares de anos. Para tanto, importou-se os rasters pareados (1985-1990, 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2015-2020) no software, com o objetivo de combinar as tabelas de cada década e produzir um novo campo com classificações que identificassem pixels de perda ou ganho de cobertura vegetal e uso. Após, realizou-se a união das camadas, reduzindo a quantidade de classes para combinar com as tipologias da Coleção 8.

II – Análise quantitativa dos dados de uso e cobertura da Terra

Verificou-se quantitativamente a dinâmica das categorias, levando em consideração que cada pixel das imagens Landsat possui tamanho de 30x30 m de resolução, ou seja, 900 m²,

² São florestas primitivas e naturais, que possuem alta biodiversidade, árvores em grande porte e muitos estratos florestais (Barreto; Catharino, 2015).

³ Florestas secundárias resultam do processo da regeneração envolvendo a retirada da floresta madura, transformando a área resultante em agricultura, pastagem ou outro uso.

calculou-se a área total de todos os usos e tipos de cobertura presentes na unidade de conservação.

Por conseguinte, foram convertidos a contagem de pixel de cada categoria em quilômetros quadrados (km²) multiplicando cada célula por 0,0009 (que é o fator de conversão da área de um 1 pixel em km² dividido por 1.000.000), conforme mostra a expressão matemática a seguir:

$$A = X * Fc$$

Onde:

A = o valor da área de cada classe em quilômetros quadrados;

X = a contagem de pixels para cada tipo de uso ou cobertura;

Fc = fator de conversão da área do pixel para os dados de uso e cobertura (0,0009) e de queimadas (1000000) para km².

Os valores das porcentagens (P%) de cada classe foram obtidos por meio da divisão da área de cada uso ou cobertura em km² pela área total de usos e coberturas, multiplicando o resultado por 100, como apresenta a expressão a seguir:

$$P\% = (\text{área de cada classe} / \text{Área total}) \times 100$$

Ademais, verificou-se as frequências de cada uso e cobertura, apontando as possíveis mudanças, elaborando cálculos da diferença entre os anos e, por fim, os gráficos. A expressão desta etapa foi:

$$T = A1 - A2$$

Em que:

T = A tendência dos usos;

A1 e A2 = O primeiro ano com o segundo; segundo com o terceiro (sucessivamente).

III – Análise da dinâmica de queimadas

Os dados de queimadas foram adquiridos pelo produto MAPBIOMAS Fogo, que é um subproduto da plataforma MAPBIOMAS que monitora as ocorrências de queimadas e incêndios. Segundo o MAPBIOMAS (2021), o mapeamento baseia-se na elaboração de

catálogo de 150 mil imagens da série Landsat 5, 7 e 8 que analisa as áreas de queimadas em uma resolução de 30 metros, onde cada pixel apresenta dimensão de 30m x 30m, os quais cobrem 8,5 milhões de quilômetros quadrados do país.

A série baixada foi coletada da Coleção 2 do GEE, por meio do *Google Colaboraty*, executando os produtos do fogo por meio de códigos Python, possibilitando o acesso aos dados do GEE de forma ágil. Adquiriu-se os dados anuais e de frequência de queimadas pelos intervalos 1985-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2020, reclassificados em algoritmos 0 (para áreas que não foram queimadas) e 1 para áreas queimadas. O processo de reclassificação ocorreu no ArcGis por meio da ferramenta *Reclass*.

Realizou-se a Álgebra de Mapas multiplicando os raster de transformação de uso e cobertura da Terra com os rasters anuais de queimas, obtendo um raster resultante com os pixels das classes que queimaram ao longo da série temporal. Esses produtos foram importados no RStudio para gerar o Diagrama de Sankey, uma representação de fluxo de energia, em que cada direção é representada por uma linha “cuja espessura indica a sua proporção ou quantidade de energia. As linhas mais espessas representam maior quantidade de energia, enquanto que linhas mais finas representam menor energia transmitida” (Antunes *et al.*, 2019). O diagrama foi essencial para compreender a dinâmica das áreas que queimaram durante as transições das classes Formação Florestal, Pastagem, Desmatamento e Regeneração, entre 1985 a 2020.

Os dados de frequência de queimadas foram reclassificados por meio da Álgebra de Mapas. Por fim, analisou-se cada rasters pelas tabelas de atributos, calculando assim a área queimadas em km² e suas respectivas porcentagens.

IV – Cálculo de áreas que contribuíram para emissão e remoção de carbono.

Para a realização desta etapa, utilizou-se a relação entre emissão (E) e remoção (R) de carbono, onde a primeira, seria representada pelas áreas desmatadas somadas as áreas queimadas e, a segunda, as áreas de floresta regenerada. Os dados aplicados foram de uso e cobertura da Terra e de fogo do MAPBIOMAS.

No Excel, realizou-se a soma de áreas de emissão e remoção, adquirindo a porcentagem para cada item. O saldo final seria o quantitativo positivo ou negativo entre a diferença da emissão e remoção, verificando a dinâmica na escala de 35 anos em gráficos. A **Figura 2** apresenta o fluxograma metodológico que resume o procedimento metodológico aplicado durante a elaboração dos dados quantitativos.

3.2 Aplicação de entrevistas

Para a divulgação de trechos das entrevistas e futuras publicações em periódicos científicos, os entrevistados assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (**Anexo B**), que autoriza a participação e esclarece os fundamentos deste trabalho, bem como o roteiro das entrevistas. Os documentos originais assinados pelos entrevistados não foram divulgados, pois contêm os nomes dos participantes, garantindo assim a confidencialidade e a privacidade dos mesmos.

a) Entrevistas institucionais

A primeira entrevista ocorreu em 4 de abril de 2023, na base do ICMBIO em Açailândia, com um membro do ICMBIO, referido como *entrevistado A*⁴. A base sul da unidade de conservação estava localizada aproximadamente a cinco horas da sede, situada na área central do município.

Entrevistou-se também um membro da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA) de Itinga do Maranhão, referido como *entrevistado D*. Este município faz parte da zona de amortecimento da REBIO. Durante a entrevista, foram discutidos os atuais conflitos socioambientais de Itinga do Maranhão, a delimitação e atuação da SEMA na zona de amortecimento e na REBIO, entre outros temas relevantes.

Em 24 de abril de 2023, realizou-se uma conversa remota com um membro da SEMA de Centro Novo do Maranhão, citado como *entrevistado E*, e um membro da SEMA de São João do Carú, atribuído por *entrevistado F*. As principais pautas abordadas incluíram as atividades dos municípios, os conflitos socioambientais, a atuação da SEMA em relação à REBIO do Gurupi e as infrações recebidas pelo órgão na área.

De acordo com os entrevistados, as SEMAs de São João do Carú e Centro Novo do Maranhão são secretarias recentes, com ações relacionadas à reserva e, portanto, pouco difundidas. Alguns trechos das entrevistas forneceram contribuições significativas para a formulação do referencial teórico deste trabalho, especialmente na caracterização das atividades dos municípios.

Devido à indisponibilidade para realizar entrevistas presenciais, um membro da SEMA

⁴ Todos os entrevistados desta pesquisa tiveram suas imagens e nomes preservados para garantir sua segurança e integridade.

de Jardim respondeu por escrito às perguntas enviadas. Suas respostas forneceram *insights* sobre algumas atividades econômicas que influenciam as mudanças na cobertura da terra. Os roteiros aplicados nas entrevistas estão detalhados nos **Apêndices A e B**.

a) Entrevistas com assentados

Em 04 de maio de 2023, realizou-se a entrevista com *o entrevistado B*, membro do assentamento Amazônia e participante do Conselho do Gurupi, cuja perspicácia em questões relacionadas à ocupação e à reserva se destacou. Ele discutiu a realidade enfrentada pelo assentamento diante da demarcação da unidade de conservação e a permanência dos moradores. No dia seguinte, 05 de maio de 2023, entrevistou-se membro da Associação do assentamento Aeroporto, *o entrevistado C*, que compartilhou informações pertinentes não apenas sobre seu próprio assentamento, mas também sobre a situação econômica e social de outras ocupações na região.

b) Trabalho de campo

Para a realização das atividades de campo dentro da reserva, foi emitida uma solicitação de acesso para a pesquisa na reserva biológica no site do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO (<https://www.icmbio.gov.br/cpb/index.php/sisbio>), que autorizou a entrada da equipe nos dias solicitados. A ficha com a autorização está no **Anexo A**. Todo o preparatório do campo foi realizado juntamente com técnicos do próprio ICMBIO, os quais prestaram auxílio na pesquisa.

Devido a intensidade das chuvas na região no primeiro semestre, não foi possível adentrar na reserva, carecendo assim da ajuda do ICMBIO para realizar o levantamento fotográfico durante suas fiscalizações. Somente entre os dias 19 a 23 de setembro de 2023, a equipe se dirigiu para a base Sul da Reserva do Gurupi, em um percurso de aproximadamente 4 horas, chegando na região em período de intensas fiscalizações realizadas pelo ICMBIO, IBAMA e Polícia Civil, que verificaram áreas de extração de madeira dentro da unidade de conservação.

Realizou-se registros fotográficos da paisagem⁵ dentro da reserva com o objetivo de

⁵ A palavra paisagem neste contexto remete a combinação de elementos naturais e artificiais que formem um cenário visível. Quando escrita com inicial maiúscula, remete-se a abordagem teórica de análise geográfica ou filosófica.

conhecer a dinâmica ambiental da reserva, identificando fragilidades e potenciais que a mesma se encontrara. A **Figura 3** mostra registros da equipe na REBIO.

Figura 3 - Registro de campo dentro da Reserva Biológica do Gurupi



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Com auxílio do QGis e do aplicativo QField, montou-se um projeto com alguns pontos relevantes a serem explorados na porção sudoeste da reserva.

4 ABORDAGEM TEÓRICA DE USO E DA COBERTURA DA TERRA: IMPLICAÇÕES E CONCEITOS

4.1 evolução e conceituação da Paisagem Geográficaxxx

Por meio da categoria de análise geográfica “Paisagem”, entender-se-á como elemento crucial para conduzir na prospeção sobre formas de uso, planejamento territorial e gestão do espaço (Filho, 2019). Relacionada a mudança espaço-temporal, a Paisagem é resultado de inúmeras transformações ocorridas na sociedade, que liga o passado, o presente e mostra o futuro, sendo entendida como um produto social e histórico (Baldin, 2021).

Deste modo, compreender as relações de uso e cobertura com as queimadas por meio desta categoria, permite evidenciar o modo de produção das práticas sociais e da organização do território (Costa, 2008). Com as intensificações antrópicas em direção às áreas protegidas, configura-se novos padrões e valores a Paisagem, onde é vista não só como um elemento visual, mas também ecológico, econômico e cultural.

Com o decorrer do tempo, o conceito de Paisagem tem passado por inúmeras alterações e apresentando novos significados. O Período Clássico foi marcado por estudiosos que, através da percepção, apontavam uma Paisagem mais descritiva e limitante, somente ao que o observador se deparava sob a sua vista (Brito; Ferreira, 2011).

De acordo com Legros (2017) ainda não é consenso sobre a data exata em que a palavra Paisagem surge pela primeira vez. Contudo, por volta do ano 1549, algumas escrituras já apresentavam a expressão. Para Schier (2003), somente no Renascimento, no século XV, a Paisagem aparece de forma materializada, constituída por fundamentos históricos, geopolíticos, fenomenológicos e estéticos, por meio da palavra alemã “*Landschaft*”. Nesse período, voltava-se para as artes e, posteriormente, experimentos científicos “que rompem com a ideia da Idade Média de que o mundo inteiro seja a criação de Deus, e por isso santificado e indecifrável” (Schier, 2003, p. 81).

Consoante Poullaouec, Domon e Paquette (2005), além das civilizações ocidentais do Renascimento, as civilizações orientais também tinham a forma de compreender a Paisagem através do uso de termos que remetiam a qualquer local com marca antrópica. Desta forma, independente da cultura, a Paisagem nascia do autoconsciente humano, moldado pelas informações adquiridas dentro do grupo social que cada indivíduo é inserido.

Por volta dos séculos XVIII e XIX, o aperfeiçoamento de novas técnicas de representação da Paisagem no espaço contribuiu para a criação de instrumentos que

valorizavam desenhos, pinturas e as fotografias da natureza, auxiliando geógrafos e outros cientistas a reconhecerem a relevância dos estudos da Paisagem como fenômeno social. Nesse contexto, Ratzel, Von Humboldt e Carl Ritter foram os principais autores que discutiram sobre a relação entre a Geografia Física e Geografia Humana (Brito; Ferreira, 2011).

Os autores Humboldt e Ritter afirmavam que a Paisagem foi originada pelo homem tendo influência do ambiente sob seus comportamentos, uma visão determinista inspirada no Darwinismo (Carvalho; Marques, 2019). Baseando-se nessa premissa, Friedrich Ratzel chamava a Paisagem de “*kulturlandschaft*”, uma expressão em alemão que remete a uma área produzida culturalmente. Também citam a importância de Franz Boas que introduziu o relativismo cultural com o pressuposto de que cada povo se expressa de diferentes formas em ambientes parecidos (Brito; Ferreira, 2011).

O estudioso Siegfried Passarge englobou o conceito de Paisagem Natural no século XX, formada pelas unidades do clima, cobertura vegetal, modelagem da superfície do solo e à estrutura geológica. Este autor afirma que Passarge usou pela primeira vez na literatura alemã a denominação “Geografia da Paisagem” e propôs em suas obras a apropriação do conceito de “Ciência da Paisagem” (Redzinska; Szulczewska; Wolski, 2022).

A influência da escola francesa nos estudos sobre Paisagem nas pesquisas, muitas vezes leva a confundir a Paisagem com o conceito de Região, pois consideravam que ambas estavam sobrepostas e conectadas hierarquicamente uma em relação a outra, tal definição seria amplamente reduzida a esses parâmetros (Förster *et al.*, 2012).

Em acordo com Legros (2017), a Paisagem é formada por três princípios que esclarecem e refinam seu significado. Inicialmente, deve-se reconhecer as relações entre as formas observadas e as atividades que contribuem para sua dinâmica. Segundo, é interessante aprender a decompor e a recompor todas as informações causais vinculadas ao espaço geográfico. Por fim, contrariando o pensamento de Paul Vidal de La Blache, o qual diz que Paisagem é tudo o que o olho capta, Legros (2017) aponta que não é somente o que está através da visão do observador, mas corresponde ou não a uma vasta área visível de onde estamos, com semelhanças próprias – tal como a Agricultura Tradicional e a Moderna – com complexidades relacionadas aos determinantes antrópicos.

A introdução do Sistema Capitalista, a partir do século XVIII, tem feito com que a Paisagem dita “natural” ganhe (e perca) elementos. De acordo com Lambin e Meyfroidt (2010), as alterações são evidenciadas nas mudanças de uso da terra, que não ocorrem linearmente e podem ser causadas pela urbanização, desenvolvimento econômico ou globalização,

impactando na gestão da terra.

O desenvolvimento de modelos de análises da Paisagem possui um papel fundamental na aplicação dos trabalhos científicos de subsídio ao planejamento territorial. Bertrand (2004) frisa que os fenômenos de causa ocorrem em escalas geográficas distintas, o que pode interferir diretamente na aplicação do método do pesquisador. Para ele, os ecossistemas não têm escala nem suporte definido, demonstrando que pode ser algo grande como o oceano, assim como pequeno como um pântano. Bertrand foi relevante nos estudos sobre Paisagem ao questionar a Teoria dos Geossistemas que, para ele, não é possível abranger todo o ambiente com suas complexidades e diversidade, por meio de apenas um conceito (o ecossistema). Construiu o modelo GTP (Geossistema - Território - Paisagem), com o intento de mostrar que há uma forma de incorporar esses elementos geográficos, particularmente representados por meio de produtos cartográficos, baseados em níveis da Teoria do Geossistema (Bertrand, 2004).

Em concordância com Câmara e Moscarelli (2019), as últimas décadas têm sido desafiadoras ao estabelecerem modelos integrados da Paisagem, pois abrange um sistema complexo composto de elementos físicos e humanos. Contudo, ainda necessita-se criar mecanismos mais claros e sustentáveis que direcionem a execução de práticas que contribuem para a conservação das paisagens locais, ou seja, ciência e política devem andar juntas e trabalharem rumo a um só fundamento: tornar o mundo atual melhor para esta e outras gerações (Weible; Pattison; Sabatier, 2010).

4.2 Conceituação científica de uso e cobertura da terra

Etimologicamente, os termos “uso” e “cobertura” possuem significados opostos, apesar de serem usadas em conjunto nos trabalhos científicos. O vocábulo “uso” vem do latim *usare* e significa “fazer uso de algo” (Ferreira, 2023). A palavra no inglês é encontrada juntamente com o termo “cobertura da Terra”, que forma o *Land Use and Land Cover* (LULC) entendido como a classificação de atividade humanas (*Land Use*) e/ ou coberturas naturais (*Land cover*) na paisagem dentro de uma escala de tempo específico baseado em métodos científicos e estatísticos (Satpalda Seyam; Haque; Rahman, 2023).

O Manual Técnico de uso da terra do IBGE (2013), define o termo “uso” como todo tipo de utilização de uma determinada área, referido, principalmente, às zonas voltadas para atividades econômicas, ou seja, que já passaram por alterações antrópicas, definidas por uma escala pontual ou de conjunto dos fatos. Também define a cobertura da Terra como zonas onde predominam determinadas características naturais, podendo ser construídas ou produzidas

(IBGE, 2013), entendida como o “recobrimento da superfície terrestre por vegetação natural ou artificial bem como através das construções antrópicas” (Santos; Piroli, 2015, p. 1391). Ocorre em duas formas: I- é a transmutação de uma categoria de uso para outra, como ocorre na mudança entre a cobertura florestal para pastagem; II- relacionada ao manejo, implicando na mudança dentro da própria categoria, como por exemplo, pequenos campos agrícolas para irrigação (IBGE, 2013).

Em congruência com a *National ocean Service* (NOAA, 2023), a cobertura da Terra é determinada pela região coberta de florestas, pântanos, superfícies impermeáveis e outros tipos de distribuição, definida pela análise de imagens aéreas e de satélite. Já o uso da terra é conceituado como a utilização antrópica da paisagem, ou seja, atividades voltadas para o desenvolvimento, e usos mistos, não resumido somente a partir de imagens de satélites (NOAA, 2023).

Para a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2019) a cobertura da Terra tem sentido muito restrito e limitado na descrição da vegetação e em suas características físicas, como as rochas nuas e o solo nu e áreas voltadas para superfície hídrica, sobrepondo-se ao termo “cobertura do solo”. Assim, a cobertura da Terra significa a parte biológica e física da superfície da terra e o uso concerne aos arranjos, atividades e insumos que as pessoas empreendem sob um tipo determinado tipo de cobertura tendo a finalidade de produzir, alterar ou mantê-la. A FAO (2019) ainda acrescenta que ambos termos são intimamente relacionados e a sua classificação conjunta é inevitável, sugerindo desta forma, usar a expressão “uso e cobertura da Terra” (LULC).

As análises cartográficas sobre as mudanças de uso e cobertura da Terra são uma das técnicas mais aplicadas para entender os cenários futuros, as forças motrizes e processos por trás das alterações (Regasa; Nones; Adeba, 2021). O estudo mais antigo é datado no ano de 1940, por meio do uso do Sensoriamento Remoto, quando Francis J. Marschner (1882-1966) mapeou todo território dos Estados Unidos por meio de fotografias aéreas. Com o passar do tempo, o lançamento do satélite de pesquisa *Earth Resources Technologies*, em 1972, e o começo do programa Landsat, contribuíram para que as pesquisas de classificação alavancassem e, atualmente, possuem inúmeros bancos de dados avançados de uso e a cobertura, recobrando quase toda a superfície terrestre (Vali; Comai; Matteucci, 2020).

Considera-se importante o mapeamento preciso e contínuo dos tipos de uso e cobertura, uma vez que o Planeta Terra está em constantes mudanças aceleradas pelo Capitalismo hegemônico, forças locais e comunidades tradicionais (Dos Santos; Nunes, 2021). A expansão

populacional e o crescimento das cidades entre os séculos XX e XXI, incentivou para que autoridades e órgãos ambientais caminhassem para o aprimoramento de modelos que expressam a dinâmica antrópica sob espaços naturais e contribuíssem para a elaboração de políticas públicas mais sustentáveis. Assim, por meio dessas informações, os gestores podem reavaliar tendências de uso anteriores bem como obter informações sobre os efeitos de suas atuais decisões antes de serem implantadas (NOAA, 2023).

Há diversas formas de classificação taxonômica dos tipos de uso e cobertura, onde a mais conhecida mundialmente foi produzida pela FAO, a qual oferece um sistema hierárquico que acomoda diferentes níveis de informação, começando pelas classes estruturadas de nível mais abrangente e as subdivisões que são mais detalhadas. De modo geral, os estudos sobre a temática consideram um número pequeno de categorias de cobertura ou uso da terra, em que, dependendo da finalidade, estarão em níveis alto da hierarquia. As categorias universais são as Zonas Úmidas, Uso da Terra Urbana, Agricultura e Floresta, com o acréscimo de outros tipos de cobertura (Vali; Comai; Matteucci, 2020) como os Desertos, Campos e Savanas.

Em linha com Souza et al. (2020), ainda há um vácuo de informações de uso e cobertura da Terra em todos os biomas brasileiros, exigindo esforços locais para o mapeamento com atualizações regulares e de dados temporais de alta resolução espacial, espectral e radiométrica, considerados escassos. Além disso, alguns biomas possuem entraves que dificultam a identificação de determinadas categorias, como ocorre na Amazônia Legal que, segundo Silva Júnior *et al.* (2023), possui muita cobertura de nuvens em imagens de satélites, principalmente na região Norte, o que pode levar à subestimação da quantificação da perda e ganho florestal.

O Sensoriamento Remoto representa um mecanismo primordial de monitoramento das mudanças ocorridas na cobertura e no uso da terra. As fotografias aéreas representam um novo período da Geografia, possibilitando analisar os aspectos da Paisagem em diferentes escalas, formas e conectividade. Destarte, o Sensoriamento Remoto permite verificar o tempo por intermédio das imagens, exigindo a aquisição de dados sazonais da cobertura da Terra (Salgado, 2019).

A adoção da linguagem gráfica favoreceu a transformação das informações teóricas em representações cartográficas que, ao serem processadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG), podem ajudar na análise de informações socioambientais (Oliveira *et al.*, 2018). O processamento de dados e a confecção de produtos cartográficos são úteis para o planejamento, contribuindo para apontar falhas no gerenciamento público e na preservação da biodiversidade (Souza, 2015).

4.3 O reflexo da ocupação brasileira e maranhense nas transformações da cobertura da terra

Quando se fala sobre a aplicação do termo de “*uso e cobertura da Terra*”, destaca-se que é relevante contextualizar historicamente como esses processos ocorreram no espaço e no tempo, uma vez que, para Vieira (2003) espaço e tempo são concepções indissociáveis. Para mais, a compreensão do termo na evolução humana, é primordial para entender como as transformações na natureza se deram na vida humana, tendo em vista que “as técnicas são um conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço” (Santos, 2004, p.16).

Entende-se que a colonização, exploração e expropriação de terras pelos países dominantes, a partir do século XVI, são tidos como elementos enraizados na história dos países menos favorecidos e, entendê-los é fundamental para compreender as formas de utilização da Terra até os dias atuais. No Brasil, foram marcados pela exploração dos europeus durante a extração madeireira com ênfase no Pau-Brasil (*Paubrasilia echinata*). Esse período favoreceu o reconhecimento do litoral brasileiro, porém, não foi preponderante para o povoamento e estruturação econômica igualitária do país.

Criou-se as Capitânicas Hereditárias, doadas por D. João II, 15 lotes à doze donatários, entre os anos de 1534 a 1536. Em troca, os donatários eram encarregados de estabelecer a cultura açucareira, dando início ao segundo ciclo econômico que foi preponderante no uso e cobertura da Terra, uma vez que condicionou o surgimento de grandes propriedades e o cultivo da monocultura (Cabral, 2015).

Segundo Cabral (2015), o Governo Português estimulou a luta pela posse de terra na faixa litorânea do Nordeste do Brasil, na qual instalaram diversos engenhos, para a produção do açúcar, que tinha alto custo na Europa. A escolha da Cana-de-Açúcar (*Saccharum*) foi outra estratégia econômica, uma vez que se tratava de uma cultura rápida, colhida logo no segundo ano e que se adequava nas condições pedológicas e climáticas do litoral. Ademais, o Nordeste tinha localização geográfica estratégica para o escoamento do açúcar para os países consumidores, tornando o país campeão na produção e venda do produto. As primeiras ocupações da terra no país circundavam em torno dos engenhos, originando, mais tarde, grandes centros urbanos com indústrias de cana. As lavouras eram instaladas próximas do mar ou de rios, que facilitavam no abastecimento e no transporte, nascendo assim a agricultura de subsistência voltada para a plantação de mandioca, feijão, milho e arroz.

O reflexo desse sistema influenciou nas frentes de ocupação no território maranhense, marcado pelas frentes de ocupação. No oeste do estado, onde localiza-se a parte pertencente ao bioma amazônico, ocorreram duas dinâmicas de ocupação, segundo Costa (2022): a frente litorânea e a dos caminhos do gado.

A frente litorânea se deu pela planície litoral partindo do Golfão Maranhense, tendo como principal elemento econômico a agroexportação. Intensificou-se em 1615 com a instauração da França Equinocial na capital, derivando-se da expulsão dos franceses pela Coroa Portuguesa, travando uma guerra que perdurou de 1613 a 1615, chamada de Guerra de Guaxenduba (Santos, 2015). Essa primeira frente foi responsável pela interiorização dos primeiros não indígenas, com as vias marítimas próximas pelos vales dos rios Pindaré, Itapecuru, Mearim, Grajaú e Gurupi, via reentrâncias pelo mar. Dessa ocupação, urge a cidade de Turiaçu, Cururupu e Guimarães, consolidando a ocupação no bioma amazônico através da implantação de engenhos e fazendas de algodão (Costa, 2022).

A frente dos caminhos do gado deu-se pelas áreas de planalto, adentrando o médio vale do Parnaíba no município de Pastos Bons, Carolina e Riachão, com o fim a realização de atividades ligadas a pecuária com aspectos socioculturais marcantes (Trovão, 2016). Consoante Costa (2022), essa frente ocorreu mais ao sul do bioma, em meados dos anos de 1730, onde criadores de gados vieram dos estados da Bahia e de Pernambuco. Apesar desta frente ter começado em Pastos Bons, concomitantemente, outras cidades foram ocupadas, como Grajaú e Imperatriz.

Entre essas duas frentes, outra ocupação marcante aconteceu nas regiões alagadas, o que hoje denomina-se de Baixada Maranhense. Estimulada por imigrantes, ocupou-se áreas baixas inundáveis, permitindo a instauração de açorianos à Província como forma de resolver problemas da apropriação de terras e do sistema comercial para o emprego de engenhos nas margens do rio Itapecuru (Lopes *et al.*, 2017).

A chegada de imigrantes vindos dos estados do Ceará e Piauí reconfigurou o processo de ocupação em solo maranhense. Atraídos pelas atividades de mineração ligadas à extração de ouro em terras férteis no Vale do Turiaçu, possibilitou o surgimento das primeiras vilas e povoados. Outrossim, impactou os municípios de Pedreiras (1940), Bacabal (1959) e Santa Inês (1957). Segundo Trovão (2016), em 1959 surge o município de Bom Jardim e, dois anos após, emergiram os municípios Governador Newton Belo e Alto Turi, no Vale do Gurupi.

Apesar dessas frentes terem sido bastante significativas em outras porções do estado, na Amazônia oriental maranhense o contingente populacional se deu de forma intimista, o que

impulsionou as autoridades a criarem medidas que incentivassem a ocupação na área. Em conformidade com Sodré (2017), até meados da década de 1950, a porção oeste maranhense era a mais desconhecida, explorada e habitada do país, favorecendo com que a exploração predatória e crescimento desordenado fizessem parte da estratégia desenvolvimentista de ordenamento territorial.

Já na década de 60, foi instaurada a Lei Sarney de Terras, criada pela Lei nº 2.979, de 17 de junho de 1969. Esta lei foi considerada um “mito” para o estado ao acreditar na renovação do Maranhão por meio dos projetos desenvolvimentistas que só favoreceu aos grandes proprietários, uma vez que as terras devolutas ocupadas pelos povos tradicionais foram mapeadas e vendidas pelo Governo com o intuito de servir a empresas, gerando invasão das terras, assassinatos e revoltas populares pela pressão do Governo (Neto, 2021).

De acordo com Sodré (2018), a construção da rodovia Belém-Brasília (BR-010), integrou a região com outros estados que passavam por mudanças, incentivando a migração para o Norte do país rumo a apropriação de grandes terras, especialmente nos vales do Pindaré e Mearim. Essas redes viárias tiveram importância na questão da ocupação, constituindo parte do projeto de ordenamento territorial de colonização que influenciou na concentração fundiária do estado.

A partir de 1970, mineiros e fazendeiros advindos de São Paulo, Rio Grande do Sul e do Paraná, além de bancos e grupos multinacionais, migraram para a região Norte do país para buscar terras para pecuária e agricultura e exploração dos recursos naturais (Sodré, 2017).

Na década de 1980, outro projeto de ocupação se deu com a construção da Estrada de Ferro Carajás (EF-4960), do Terminal da Ponta da Madeira e da ALUMAR. A Estrada de Ferro de Carajás foi inaugurada em 1985 e, atualmente, é usada para o transporte de ferro do Pará até o porto ludovicense com 892 km, cortando diversos assentamentos, terras indígenas, unidades de conservação, etc. Próximo à ferrovia, há um parque siderúrgico-guseiro que foi criado em áreas antes florestais e produz fornos de ferro gusa, carvoarias ilegais e outros problemas sociais. Além disso, Sodré (2018) afirma que cerca de 60% da madeira extraída é usada para produção de carvão vegetal, quantitativo oriundo do intenso desmatamento ilegal na área.

A **Figura 4** mostra um trecho da Ferrovia Carajás localizado no município de Arari. A área é formada por vegetação de portes que variam da gramínea até árvores de médio porte.

Figura 4 - Trecho da Ferrovia Carajás no município de Arari – MA



Fonte: Reprodução da Pesquisa (2023).

Entre os anos de 1980 e 1990, projetos de colonização em grande escala tais como a concessão de crédito rural e investimentos na Amazônia, levaram a perda florestal. Conforme Mello e Artaxo (2017), o setor agropecuário foi o que mais cresceu desde 1994 devido à reformulação monetária, bem como à inserção do país nos mercados globais ao realizar exportação de soja e carne para o exterior. Entre 1990 a 2006, o rebanho bovino teve um *boom* na Amazônia e, a cultura da soja, caracterizou-se pela produção mecanizada, exercendo forte pressão sobre as áreas protegidas (Mello; Artaxo, 2017).

Ainda de acordo com Sodré (2017), outra estrada responsável pela intensificação da ocupação da porção oeste maranhense foi a BR-222, construída para interligar a capital do Maranhão, São Luís, com a rodovia Belém-Brasília. Com isso, novas rotas madeireiras foram estabelecidas e, por sua vez, novos povoados e distritos – hoje, muitos deles emancipados em municípios. A região amazônica ascendeu demograficamente, auxiliando no surgimento de cidades que só se emanciparam décadas depois, como os municípios incluídos na REBIO, os quais institucionalizaram-se em meados da década de 1960 (Sodré, 2017).

5 PRINCIPAIS CAUSAS DA MUDANÇA DA COBERTURA DA TERRA PELOS USOS NA AMAZÔNIA MARANHENSE: RELAÇÃO DESMATAMENTO, QUEIMADAS E EMISSÃO DE CARBONO

Durante os últimos anos, a Amazônia tem tomado novos rumos devido ao incentivo à ocupação e aos projetos de desenvolvimento socioeconômico. Isso tem gerado algumas consequências para a região, ao que tange a manutenção da biodiversidade nativa, por meio da retirada da cobertura vegetal nativa, queimadas e incêndios irregulares, emissão de carbono, entre outros.

Neste trabalho, serão abordados os fatores que comprometem diretamente a dinâmica da cobertura da Terra na Amazônia Maranhense, como reflexo do que foi instaurado ao longo dos últimos 50 anos (Mello; Artaxo, 2017) e que vem acarretando, não só a perda da biodiversidade, mas também a vida dos habitantes da área. Apontar-se três fatores recorrentes na Amazônia do estado do Maranhão e que contribuem para as transições das classes de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi: o desmatamento, as queimadas, a emissão e remoção de carbono, que são chaves para o desenvolvimento da pesquisa.

5.1 Desmatamento

Para Moretti (2018), o desmatamento seria o corte raso de uma floresta madura que envolve mudança no uso da terra para outro uso, independente se a cobertura das árvores foi removida ou não, uma alteração intencional de floresta para não floresta (urbanização, agricultura, pecuária e entre outros). O desmatamento, visto por Santos *et al.* (2017) é a retirada da cobertura vegetal que está ligada a ocupação e ao uso desordenado dos recursos naturais, que ocasiona perdas da biodiversidade vegetal e animal, erodibilidade e empobrecimento do solo, etc. Além disso, Mello e Artaxo (2017, p. 114) acrescentam outros efeitos socioambientais, tais como:

Fragmentação florestal; redução da evapotranspiração; emissões de gases de efeito estufa; redução da biodiversidade; alteração de microclimas; mortalidade de árvores; aumento do risco de incêndios florestais; aumento da concentração de aerossóis; decréscimo do escoamento regional; perda de oportunidades para o uso sustentável da floresta, incluindo a produção de mercadorias tradicionais, tanto por manejo florestal para madeira, como por extração de produtos não madeireiros; maior incidência de doenças tropicais; exclusão social; marginalização de povos indígenas e comunidades tradicionais; perda do conhecimento tradicional; concentração fundiária; e conflitos sociais (Mello; Artaxo, 2017).

Analisando o ciclo de retirada de madeiras no país, observa-se que as áreas de extração

possuem padrões não tão claros com estradas, ramais de arraste e pátios de estocagem planejados (Gama *et al.*, 2021). As toras, são levadas diretamente em caminhões e os locais de estoques de madeira sempre são próximos das estradas difíceis de serem localizadas por satélites. São essas estradas que facilitam o acesso e o escoamento da madeira, contribuindo para o desmate, onde cerca de 90% do desmatamento ocorre em uma faixa de 100 km das estradas e, 67%, em uma distância de 50 km (Gama *et al.*, 2021).

Existem duas práticas de desmatamento que diferem entre si: a extração seletiva e o corte raso. A extração seletiva é um instrumento que pode combater a supressão ilegal da vegetação nativa, sendo caracterizada pela retirada sistemática de indivíduos e operações que incluem o processo de preparar, transportar e cortar a madeira em diferentes intensidades de até 30 m³/ha) por meio do uso de tecnologias e práticas consolidadas. Está ligada a padrões de estradas e abertura de clareiras para pátios, diminuição da cobertura vegetal e densidade do dossel (Montalvão, 2019), um processo difícil de detectar por meio do satélite.

O corte raso consiste na remoção completa da cobertura vegetal em um curto espaço de tempo. Posteriormente, a floresta é substituída por outras coberturas e usos, iniciando-se antes ou durante o período chuvoso, chamado de “brocagem” (Moretti, 2018). São facilmente identificáveis pelas imagens de satélite, devido a sua resposta espectral dos solos predominar com a derrubada. A identificação orbital desses arranjos, de modo geral, se dá de forma simétrica (forma manejada e seletiva) quando apresentam arranjos anárquicos e com altos danos no dossel da floresta, evidenciando-se uma extração ilegal (Moretti, 2018). A **Figura 5** apresenta a demonstração da diferença entre exploração seletiva e por corte raso pela imagem orbital.

Figura 5 - Representação da Exploração seletiva e do desmatamento por corte Raso



Fonte: MORETTI (2018).

De acordo com a legislação brasileira, a extração da madeira ocorre a partir do manejo florestal ou para algum tipo de uso, além da conversão para áreas abertas destinadas ao uso sustentável (Moretti, 2018). Constando na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, a retirada ilegal da madeira é vista como atividade criminosa pelo ato de destruir, danificar, cortar árvores degradar e explorar para fins econômicos a cobertura florestal (Brasil, 1988).

No país, a ilegalidade florestal é difícil de ser mensurada, uma vez que os dados relacionados ao desmatamento e a degradação são estimativas duvidosas, o que dificulta a reversão do quadro. Essa prática ocorre quando a madeira é colhida, transportada, comprada ou vendida de forma que viole as leis ambientais, uma forma corrupta de acessar a floresta, retirando madeira acima do limite permitido. Pode ocorrer dentro de unidades de conservação ou territórios indígenas, considerando-se uma preocupação mundial que contribui para o processo de desflorestamento e degradação florestal (Argenta, 2021).

Na Amazônia a atividade madeireira é extremamente predatória (Rodrigues *et al.*, 2020), tida atualmente como uma das principais regiões de madeira tropical do mundo, responsável pelo equivalente a 85% da produção nacional, localizadas em “áreas particulares ou em áreas sob administração pública, chamadas de “florestas públicas” (Montalvão, 2019, p. 21). A ilegalidade da extração é uma forma de corrupção dos setores públicos e privados, acirrada pela pouca capacidade de fiscalização, operações ilegais e a alta demanda da madeira barata (Sundstrom, 2016).

Os diferentes padrões de desmatamento amazônico são devido aos processos de

ocupação e uso da terra, em que o mais comum é o padrão espinha de peixe, ocorridas próximo a estradas e rodovias, representando “a ocupação de pequenos agricultores rurais em projetos de assentamento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) ou o padrão geométrico que representa grandes fazendas de produção agropecuária de larga escala” (Maurano; Escada; Renno, 2019), como mostra a **Figura 6** abaixo.

Figura 6 - Padrão de desmatamento expresso pelo formato de espinha de peixe



Fonte: Google imagens (2023).

Embora o desmatamento na Amazônia esteja ligado à execução de atividades socioeconômicas, causa danos adversos para regiões agrícolas do Brasil e em outros países da América do Sul. Em conformidade com Silva-Júnior *et al.* (2023), o desmatamento dos últimos remanescentes florestais da região amazônica resulta diretamente da atividade madeireira ilegal, especialmente, dentro de áreas protegidas, que são responsáveis por conter cerca de 70% da cobertura florestal remanescente, seguida pelas propriedades rurais particulares com 20% e, em menor concentração, os assentamentos (10%).

Contudo, desde o início do século XXI, os processadores e compradores de carne e soja são os principais agentes que impulsionam o desmate na Amazônia, em que áreas destinadas a pastagem ocupam entre 60% a 80% da área desmatada, com aumento das cabeças de gado (Moretti, 2018). Esse processo não gerou riqueza para a região amazônica, uma vez que se encontra como uma das mais pobres do país (Silva-Júnior *et al.*, 2018).

A partir da década de 60, a Amazônia Maranhense acumulou um total de 74% de área desmatada ligado a atividades da agricultura e da pecuária. Em concordância com Silva-Júnior *et al.* (2022), esse efeito tem causado inúmeras consequências para o bioma, uma vez que altera

a configuração espacial da cobertura florestal devido a fragmentação florestal, aumentando a áreas de borda e tornando a região mais suscetível ao fogo. Já o desmatamento em florestas secundárias é maior que as florestas nativas, devido as florestas secundárias receberem menos proteção.

O desmatamento na Amazônia Maranhense é impactado principalmente por *commodities* voltado para a carne bovina, soja e a plantação de eucalipto. Outrossim, possui ligação direta com municípios do estado do Pará, como Paragominas, Rondon, Dom Eliseu, Marabá e Itupiranga mantém relação direta com os municípios de Açailândia e Imperatriz, Araguaína e Carolina no Maranhão. (Sodré, 2017).

Segundo Celentano *et al.* (2017), a retirada da cobertura nativa sempre teve a justificativa pautada no desenvolvimento econômico, contudo, não contribui positivamente para a vida da população local, provocando assim sérios danos sociais, econômicos e ambientais. Acompanhando a dinâmica territorial, a pobreza é um dos fatores que impulsiona o fenômeno do desmatamento, pois, o estado possui um dos piores indicadores socioeconômicos do país, onde os municípios amazônicos são os mais pobres. Dados do Síntese de indicadores sociais do IBGE (2022), apontaram que o Maranhão é o estado com a maior quantidade de pessoas que vivem em situação de miséria, o equivalente a 21,1% da população (Celentano *et al.*, 2017).

Além da pobreza, há outro fator desencadeado pelo desmatamento: o conflito pelo direito à terra, um problema que perdura há anos. O Maranhão é o estado com a população mais rural do país, com elevado número de famílias que lutam pela terra, correspondendo a 16% dos conflitos registrados em todo país (Sodré, 2017).

Nas áreas protegidas, verifica-se o confronto de uso da terra com o que consta nas legislações, que ditam as zonas adequadas, inadequadas e de conflito. Souza *et al.* (2023) afirmam que,

Segundo Fonseca (2008), considera-se adequado o uso da terra que compatibiliza com o que dita as leis locais, estaduais ou nacionais; como inadequado, o confronto dentro das legislações, de forma transitória ou temporária e, o conflitante, os usos irregulares legalmente.

Apesar das áreas protegidas na Amazônia Maranhense serem instrumentos de governança territorial e ambiental, enfrentam também a questão da instauração de criação, zoneamento, limites, resultado de forças divergentes que se relacionam e interpretam as formas de acesso e controle dos recursos ambientais (Zanatto; Rosa, 2020). Não é tarefa fácil tratar

sobre o desmatamento uma vez que abrange diversas outras problemáticas que precisam ser minimizadas atentamente nas áreas protegidas. Em congruência com Sousa *et al.* (2023), afirmam que as unidades de conservação são ferramentas eficientes na conservação da cobertura da floresta nativa.

5.2 Queimadas florestais

O uso do fogo precede as grandes civilizações, sendo um marco importante para o conhecimento e aprimoramento das ferramentas humanas. O fogo é um elemento que produz calor pela combustão e liberando energia. Considerado um recurso de manejo mundial, o fogo possui inúmeras finalidades como a limpeza de áreas, expansão de fronteiras agrícolas, renovação do pasto, aperfeiçoamento da cultura da cana-de-açúcar, controle de pragas em culturas e outros (Fonseca *et al.*, 2021).

Nos estudos de análise das atividades ligadas ao fogo, existem algumas terminologias que necessitam ser distintas que são: focos de calor, queimadas e incêndios. Focos de calor são dados derivados de sensores remotos que registram temperaturas acima de 47°C, em locais pontuais por meio da medição de temperatura (Cordeiro *et al.*, 2022). Um foco de calor ocorre na hora que o satélite está registrando a ocorrência de elevação de temperatura que pode ser desde uma simples fogueira, fogo de chaminé, queimadas agrícola ou natural ou um grande incêndio. Por sua vez, as queimadas são eventos naturais ou antrópicos que acontecem em área vegetada, provocada pela combinação de fatores climáticos ou estimulada pelos seres humanos, de forma controlada, para a produção e manejo em atividades agropecuárias ou florestais, uma prática prejudicial ao solo, mas viável economicamente para agricultores (Figueira; Santana, 2021). Já os incêndios florestais são os usos do fogo de forma descontrolada que consome grande parte de qualquer vegetação, conhecido por ser eventos indesejáveis de origem criminosa que causam prejuízos ao patrimônio público e privado, além da morte de diversas espécies (White; White, 2016).

No Brasil, as queimadas ocorrem geralmente no meio rural, pois são relacionadas a o intendo uso do fogo como alternativa rápida e econômica para geração de renda, especialmente na agricultura (Gabardo; Sarzedas; Da Silva, 2021). Apesar de serem atividades diferentes (Fonseca *et al.*, 2021), relacionam-se com o desmatamento, e necessitam de maior atenção durante o controle, uma vez que é causado pela influência natural ou antrópica (Souza, 2023).

A Amazônia é um bioma com características de floresta primária de clima úmido, árvores densas com copas que ajudam a manter a umidade do solo e do ar, aspectos que a tornam

um ambiente que não queima naturalmente, pois a biomassa e o clima úmido fazem com que a biomassa não seja inflamável. Ou seja, o desmatamento é o principal causador da queima na Amazônia, aliado ao microclima seco, favorecendo com que a floresta seja sensível ao fogo (Santos *et al.*, 2017).

Como visto, as práticas que utilizam fogo para limpeza de áreas são uma sucessão do desmatamento, ou seja, ambos caminham juntos no processo de transformação da cobertura da terra (Santos *et al.*, 2017). A dispersão das queimadas no Maranhão, de modo geral, é influenciada pelo clima seco de curto a longo período em conjunto de fontes de ignição antropogênica (Junior *et al.*, 2023). A região requer maior atenção nessas épocas, pois a umidade diminui e, após a retirada da vegetação, aumenta a erosão, altera a composição química do solo, aumenta as doenças respiratórias e contribui para a emissão de CO₂ (Aragão *et al.*, 2018; Alves; Alvarado, 2019).

A área tem sido alvo das queimas não supervisionadas, ligadas ao manejo agropecuário e ao monocultivo da soja (Garbado; Sarzedas; Da Silva, 2021), gerando incêndios que tem atingindo até unidades de conservação, um fato preocupante, uma vez que são áreas legalmente protegidas e instrumentos essenciais na manutenção da biota original (Alves Leão *et al.*, 2023).

O estado do Maranhão é o terceiro entre as unidades da federação com maior ocorrência do fogo, entre os anos de 1985 a 2022, ficando atrás apenas do Mato Grosso e do Pará, segundo o MAPBIOMAS (2023). O ZEE (2019) afirma que cerca de 7% da Amazônia Maranhense caracteriza-se por apresentar altas taxas de incêndios, com graves alterações ambientais.

Em uma análise de vinte e quatro anos (1998-2022), o INPE (2023) apontou que os meses com maior probabilidade de incêndio do bioma amazônico maranhense ocorre geralmente entre os meses de agosto e novembro e as mínimas probabilidades entre janeiro a julho, pois nesse período o solo fica mais propenso ao cultivo agrícola e execução de outras atividades de pressão na cobertura da terra. As áreas mais vulneráveis e com alto risco de ocorrências situam-se dentro das terras indígenas Urubur Kabor, Awa e Guajajaras próximas dos municípios de Centro Novo do Maranhão, Nova Olinda do Maranhão e Amarante. Já as unidades de conservação com maiores focos de queimadas são a APA (Área de Preservação Ambiental) da Baixada das Reentrâncias Maranhense – que concentram 78,6% das ocorrências de queimadas em todo bioma amazônico maranhense – e a REBIO com 20% das ocorrências ao longo dos últimos vinte e quatro anos (INPE, 2023).

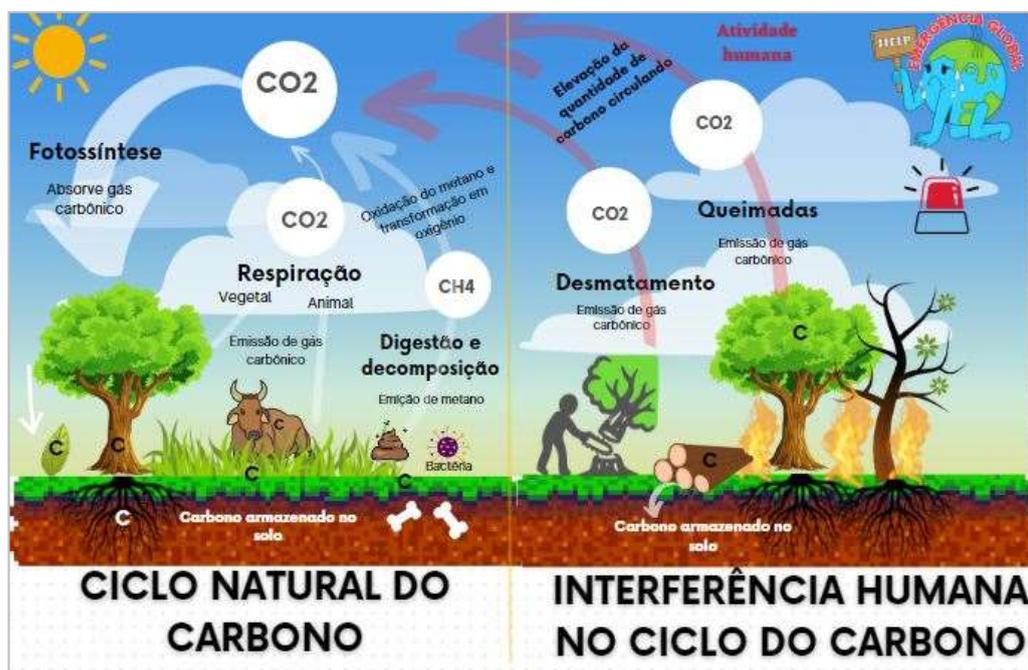
5.3 Emissão e remoção de carbono

As queimadas e o desmatamento sem o manejo correto nas áreas protegidas contribuem com outras consequências, que é a redução da quantidade de biomassa e, sucessivamente, na captura do estoque de carbono, elemento que contribui para alterações climáticas (Santos *et al.*, 2020). Para entender esta dinâmica, é necessário a compreensão acerca da dinâmica do carbono e sua relação com a cobertura vegetal, responsáveis pela sobrevivência dos seres vivos na Terra.

O carbono está presente na atmosfera como Dióxido de Carbono (CO_2) e como Monóxido de Carbono (CO). Esses dois gases são responsáveis pelos desequilíbrios no efeito estufa do planeta. O CO_2 é formado por uma molécula composta por três átomos, um de Carbono (C) e dois átomos de Oxigênio (O_2), produzido a partir da oxidação do Monóxido de Carbono (CO), elemento altamente nocivo. Diversos organismos liberam esse gás por meio do processo de respiração, como as plantas e os animais, com a ajuda da luz solar e a água que contribuem para a transformação da energia solar em biomassa (fotossíntese) e evapotranspiração (Gouvello; Soares Filho; Nassar, 2010).

O ciclo carbônico ocorre há milhões de anos na biosfera, hidrosfera e atmosfera, que interagem por meio de processos com fluxos que entram e saem dos sistemas atmosféricos. A captação natural do CO_2 ocorre por meio da fotossíntese das plantas, resultando na biomassa, que serve de alimento para animais herbívoros e carnívoros (BESSA *et al.*, 2019). A **Figura 7** apresenta de forma sintética a ocorrência do ciclo do carbono na superfície e atmosfera.

Figura 7 - Esquema do ciclo do carbono entre a superfície e atmosfera



Fonte: Árvore Água (Adaptado pela Pesquisa, 2023).

A remoção de CO₂ ocorre quando há o crescimento da vegetação com mudança de CO₂ em carbono fixado e a liberação de oxigênio durante a fotossíntese. A emissões de CO₂ é quando há perda de carbono para a atmosfera pelo processo de oxidação. A contagem das emissões e remoções ocorrem por meio das atividades humanas atreladas ao desmatamento (emissão) que costumam ser compensadas pelo reflorestamento, vegetação secundária e áreas manejadas (remoção) (Brasil, 2016).

As árvores removem CO₂ da atmosfera e armazenam carbono no tronco, galhos e folhas (Gouvello; Soares Filho; Nassar, 2010). Sendo assim, a cobertura vegetal cumpre um papel intrínseco no ciclo, estocando aproximadamente 610 pentagramas de carbono (PgC) acima do solo, correspondendo a mesma quantidade de estoque na atmosfera que tem 750 PgC, elevando a importância das Florestas Tropicais (Rosan, 2017). Devido à queimada de combustível fóssil e a mudança da terra, anualmente, o Planeta emite cerca de 8 bilhões de toneladas de carbono para a atmosfera. Desses, 3,2 bilhões permanecem na atmosfera, provocando o aumento do Efeito Estufa⁶ (Nobre; Nobre, 2002). Entretanto, esse valor ainda é superestimado, pois a comunidade científica ainda tem incertezas sobre a quantidade do balanço de carbono nessas áreas (Rosan, 2017).

Contudo, de acordo com Bessa *et al.* (2019), a emissão de CO₂ varia de 10 a 25% dependendo da posição de reflexão do sol na terra, onde transforma o comprimento das ondas que intercepta os Gases de Efeito Estufa (GEE), aprisionando o calor para dentro da atmosfera ao invés de refletir a energia para o espaço. A mudança de uso da terra afeta os reservatórios naturais de carbono, os sumidouros⁷ e sequestradores de carbono⁸, pois interferem no ciclo, elevando a concentração de dióxido de carbono, originando diversos problemas ambientais, sociais e econômicos.

Para Gouvello, Britaldo e Nassar (2010), a conversão de terras florestais para usos da terra é a principal contribuição para a emissão de carbono para a atmosfera, dado que cada floresta estoca carbono. Quando uma floresta é desmatada e queimada para converter a áreas de pastagem, pode gerar uma faixa de emissão de 0,6 e 0,9 (+/-0,5) PgC (Santos *et al.*, 2017).

⁶ A elevação do Efeito Estufa é o aquecimento da superfície e da troposfera por conta da absorção de radiação infravermelha termal de inúmeros gases à atmosfera, como o CO₂ (Nobre; Nobre, 2002).

⁷ São as fontes que mais absorvem do que emite quantidade de carbono e quando ocorre o ao contrário, os pesquisadores dizem que há fonte de carbono para a atmosfera. Se a liberação de CO₂ é igual à retirada, o balanço é neutro (Gatti *et al.*, 2018) e são encontrados em oceanos, florestas e solos.

⁸ Sequestradores de carbono é a expressão de retirada de gás carbônico da atmosfera que naturalmente é realizado durante o crescimento dos vegetais por meio da fotossíntese e pelo oceano (Azevedo, 2022).

Sem contar nos efeitos climáticos de seca intensa, como a que ocorreu entre os anos de 1997, 1998 e 2005, devido ao Fenômeno do *El Niño* que contribuiu para a redução de sumidouro de carbono com a morte da vegetação das florestas tropicais (Rosan, 2017).

A floresta amazônica, por exemplo, contém em média 123 PgC armazenado na biomassa superior e inferior do solo, onde 1 PgC equivale a 10^{15} g, localizadas em mais ou menos 16 mil espécies de árvores (Gatti, *et al.*, 2021), vista como uma ferramenta crucial de estoque de carbono (Gabardo; Sarzedas; Da Silva, 2021). Entretanto, entre os anos de 2010 a 2018, lançou 1,06 bilhões de toneladas de CO₂ para a atmosfera por ano de queimadas, com saldo final de absorção e emissão em torno 18% de absorção de carbono por cada emissão de queimadas, significando que a Amazônia brasileira retirou 0,19 bilhões de toneladas de CO₂ por ano. Estudos demonstram que o desmatamento tem avançado sobre áreas com maior biomassa na Amazônia, porém, as estimativas são imprecisas visto que dados de emissão por incêndio não são totalmente sistematizados e há incertezas na fração da biomassa viva e morta em áreas de perturbação (Rosan, 2017).

Atualmente, o Brasil é o sétimo país que mais contribui para a emissão de carbono, uma preocupação que estimulou na criação de leis nacionais que visam a baixa emissão de carbono. Cita-se a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, conhecida como Plano Nacional em Mudanças Climáticas (PNMC), que tem como uma de suas diretrizes reduzir as emissões de carbono (Brasil, 2009). O compromisso do país foi selado em Copenhague, tendo como meta reduzir emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% até o ano de 2020, juntamente com redução do desmatamento (Juras, 2010).

Em 2015 foi instituído a Estratégia Nacional para a Redução de Emissões provenientes do Desmatamento e da Degradação florestal (REDD+) no Brasil, pela Portaria nº 370/2015, de 2 de dezembro de 2015, que foi desenvolvido durante a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC) como uma alternativa de incentivar países em desenvolvimento a reduzirem emissões nocivas ao ambiente e aumentar o estoque de carbono florestal (MMA, 2016). O estado do Maranhão é uma das unidades federativas que criou o sistema jurisdicional de REDD+, o MAPA, consolidado pela Lei nº 11.578, de 1 de novembro de 2021, um instrumento de remuneração para ativos florestais do estado, área públicas e privadas (Maranhão, 2016).

Apesar da relevância do REDD+ na mitigação das mudanças climáticas, a iniciativa é alvo de severas críticas devido a vários fatores. Essas críticas incluem a complexidade de quantificar com precisão as emissões de carbono, os conflitos sobre direitos de posse de terra e

o acesso aos recursos florestais, além de imprecisões na medição do desmatamento que podem levar a um aumento inadvertido de emissões em outras áreas, exigindo o fortalecimento das políticas de controle ao desmatamento. Adicionalmente, há preocupações sobre os impactos sociais que afetam os direitos das comunidades locais e dos povos tradicionais.

Apesar desses desafios, tem-se observado avanços significativos no Brasil e, especificamente, no estado do Maranhão. Nos últimos anos, foram desenvolvidas e implementadas políticas eficazes para a redução das emissões de CO₂. No entanto, ainda existe um caminho considerável a ser percorrido para que essas ações sejam efetivamente realizadas. Os sistemas de produção predominantes ainda apresentam defasagens e causam impactos significativos ao meio ambiente. Continuar a aprimorar e adaptar as estratégias de mitigação é crucial para superar esses desafios e alcançar resultados mais sustentáveis.

6 RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI E SUA DINÂMICA (INTERNA E EXTERNA) NA FAIXA MULTITEMPORAL DE 1985 A 2020

6.1 Variação espaço-temporal de uso e cobertura da terra entre os anos de 1985 a 2020 na Rebio do Gurupi

As análises apontaram que a Formação Florestal e a Pastagem foram as classes com maior variabilidade. A Formação Florestal caiu 2,31% entre os primeiros cinco anos estudados (1985-1990), enquanto a Pastagem aumentou 2,27%. A Formação Savânica teve um aumento de 0,03%, e não houve variação nas classes de Campo Alagado e Área Pantanosa, assim como em Rios, Lagos e Oceanos.

Entre os anos de 1990 e 1995, a Formação Florestal declinou 1,61%, enquanto a Formação Savânica não variou. A Pastagem aumentou 1,56%, Campo Alagado e Área Pantanosa aumentaram 0,01%, e Rios, Lagos e Oceanos aumentaram 0,04%. A Formação Campestre não teve nenhuma alteração.

A Formação Florestal continuou em queda de 2,04% entre 1995 e 2000, assim como a Formação Savânica e Campo Alagado e Área Pantanosa, que tiveram reduções de 0,02%. Já a Pastagem continuou a aumentar, registrando 2,07%, assim como Rios, Lagos e Oceanos, que cresceram 0,02%. Não houve alteração para a Formação Campestre.

Entre 2000 e 2005, a Formação Florestal foi a única classe com redução, caindo 4,62%, a maior queda do período estudado. Em ascensão, a classe Pastagem registrou um aumento de 4,62%. As classes Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, e Rios, Lagos e Oceanos não registraram variação nesse período. Nesse intervalo, surgem as classes Silvicultura e Outras Lavouras Temporárias, mas com índices inferiores a 1%.

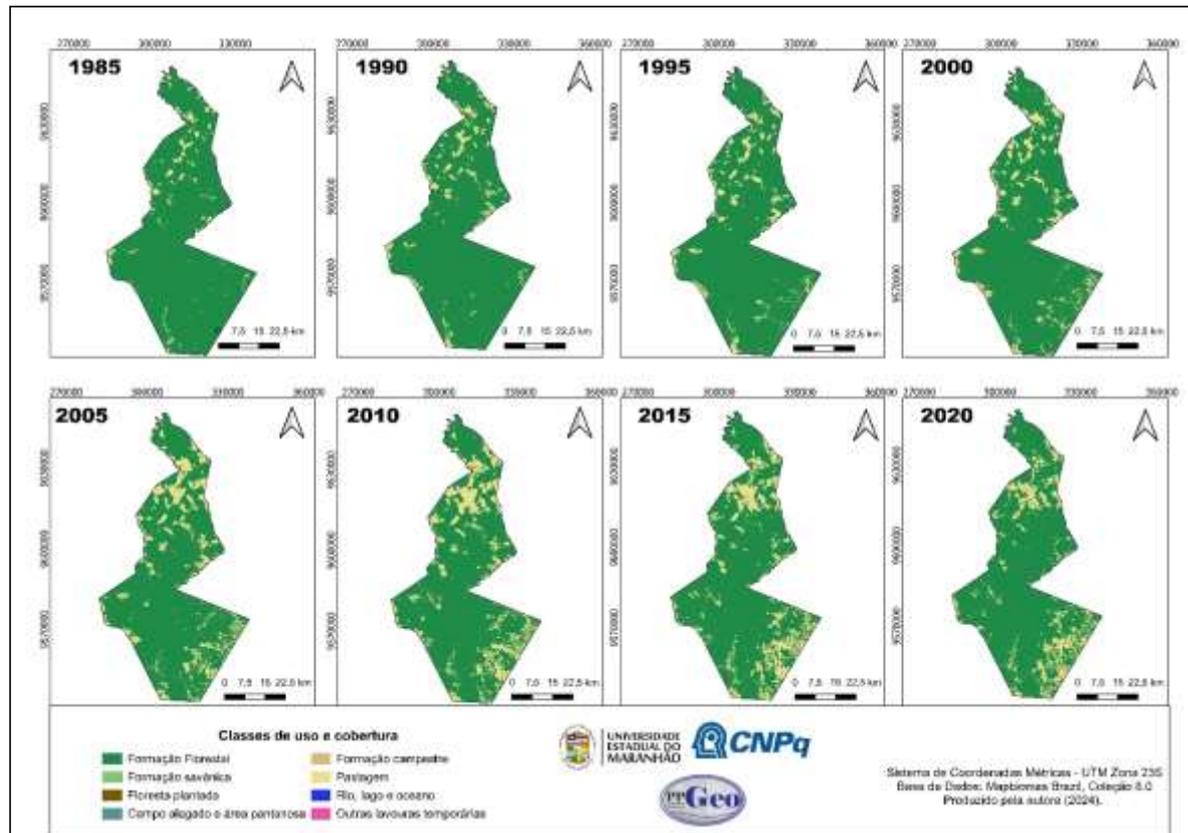
Entre 2005 e 2010, a única classe que cresceu na REBIO foi a Pastagem (2,51%), ao contrário da Formação Florestal, que reduziu 2,52%. As classes Silvicultura, Formação Campestre, Campo Alagado e Área Pantanosa, Rios, Lagos e Oceanos, e Outras Lavouras Temporárias não variaram nesses anos.

Entre 2010 e 2015, percebeu-se a menor redução para a Formação Florestal (0,35%) e o menor aumento da Pastagem (0,36%). A classe de Outras Lavouras Temporárias cresceu 0,02%, enquanto as outras classes não variaram.

Nos anos de 2015 a 2020, a Formação Florestal teve o maior aumento na REBIO, com 2,78% de novas áreas, enquanto a Pastagem reduziu na mesma porcentagem. As classes Silvicultura, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Rios, Lagos e Oceanos permaneceram sem alteração nesses anos, enquanto Outras Lavouras Temporárias reduziram

0,01%. A **Figura 8** mostra a variação espacial das classes de uso e cobertura entre o intervalo temporal de 1985 a 2020.

Figura 8 - Espacialização dos usos e da cobertura da Terra na Reserva Biológica do Gurupi de 1985 a 2020



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Em conclusão, entre os anos de 1985 e 2020, as classes com maiores alterações foram a Formação Florestal e a Pastagem. A Formação Florestal diminuiu cerca de 9,97% nesse período de 35 anos, com a maior redução ocorrendo entre 2000 e 2005 (4,62%). Por outro lado, a Pastagem aumentou 9,9% no mesmo intervalo de 35 anos, com os maiores índices de crescimento também ocorrendo entre 2000 e 2005 (4,62%). Observa-se que as maiores alterações ocorreram na porção norte, em direção ao centro e ao sul, a oeste da reserva, nos municípios de Centro Novo do Maranhão e Bom Jardim, respectivamente.

As áreas florestais voltaram a crescer em relação à Pastagem entre os anos de 2010 e 2020, oscilando positivamente entre 0,35% e 2,78%, enquanto as áreas de Pastagem reduziram no mesmo período, com percentuais negativos variando entre 0,36% e 2,78%. As outras classes tiveram variações de até 1% ao longo dos 35 anos, conforme mostra a **Tabela 1**.

Tabela 1 - Área e porcentagem das classes de uso e cobertura da Terra na Reserva Biológica do Gurupi entre 1985 a 2020

Classe	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Formação Florestal	2622,1 (95,64%)	2558,8 (93,33%)	2514,7 (91,72%)	2458,7 (89,68%)	2332 (85,06%)	2263 (82,54%)	2272,5 (82,89%)	2348,8 (85,67%)
Formação Savânica	0,02 (0,01%)	0,7 (0,03%)	1,1 (0,2%)	0,00 (0%)	Sem dado	Sem dado	Sem dado	0,05 (0%)
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,2 (0,01%)	0,3 (0,1%)	3,4 (0,2%)	0,08 (0%)	0,13 (0%)	0,1 (0,05%)	0,1 (0,02%)	0,14 (0,04%)
Formação Campestre	Sem dado	0,00 (0%)	0,00 (0,1%)	0,04 (0%)	0,01(0%)	0,03 (0%)	0,01 (0%)	0,00 (0,1%)
Pastagem	119,2 (4,35%)	181,6 (6,62%)	224,4 (8,19%)	281,1 (10,25%)	407,7 (14,87%)	476,7 (17,39%)	466,7 (17,02%)	390,6 (14,25%)
Rios, lagos e oceanos	0,0054 (0%)	0,02 (0%)	1,2 (0,04%)	1,63 (0,06%)	1,6 (0,06%)	1,6 (0,6%)	1,5 (0,06%)	1,5 (0,06%)
Silvicultura	S. d	S. d	S. d	S. d	0,00 (0%)	0,00 (0%)	0,00 (0%)	0,00 (0%)
Outras Lavouras Temporárias	S. d	S. d	S. d	S. d	0,00 (0%)	0,06 (0%)	0,6 (0,3%)	0,4 (0,1%)

Fonte: Reprodução da pesquisa.

6.1.1 Análise das transformações de uso e cobertura da terra

Segundo a análise obtida pela reclassificação, 92,48% da área da REBIO manteve-se na classe da Formação Florestal de 1985 a 1990. As áreas que continuaram a ser Pastagem representaram, no último ano, 3,45%, localizadas majoritariamente em Centro Novo do Maranhão, juntamente com as áreas regeneradas que apresentaram um quantitativo de 0,88%, também localizadas no município de Bom Jardim. Observa-se que o desmatamento ficou em cerca de 3,18%, concentrando-se principalmente no norte da reserva, nos municípios de Centro Novo do Maranhão e São João do Carú. As outras classes permaneceram com áreas abaixo de 1% em todos os anos.

De 1990 a 1995, as áreas de Formação Florestal reduziram para 90,80% da área total, enquanto as áreas de Pastagem aumentaram para 5,66%. As áreas regeneradas aumentaram para 0,97%, enquanto o desmatamento reduziu para 2,54%.

Entre 1995 e 2000, 88,59% da REBIO continuou na classe da Formação Florestal, uma redução em relação ao período anterior. Cerca de 7,05% da área foi destinada à Pastagem, situadas próximas às áreas desmatadas, acumulavam 3,72% espalhadas pela REBIO, enquanto as áreas regeneradas reduziram para 0,61%. A área ao norte apresentou uma grande concentração de Pastagem, indicando que o desmatamento se expandiu no município de Bom Jardim, especialmente na borda da reserva, onde se concentram os assentamentos, além da

incidência de áreas regeneradas nesse município e em São João do Carú.

De 2000 a 2005, inferiu-se que 5,80% das áreas desmatadas aumentaram dentro da reserva, localizadas próximas às zonas de Pastagem no norte da REBIO, em Centro Novo do Maranhão e no centro de São João do Carú. Em Bom Jardim, essas áreas foram ocupadas pela floresta. Observou-se também um gradual espalhamento das áreas de regeneração ao lado oeste de Centro Novo do Maranhão. As áreas que permaneceram na classe de Formação Florestal acumularam, no último ano, 83,39%; áreas de Pastagem somaram 9,05% e áreas regeneradas aproximadamente 1,71%.

De 2005 a 2010, observou-se uma redução da concentração das áreas desmatadas nos municípios de Bom Jardim e Centro Novo do Maranhão. A Pastagem concentrou-se de forma mais evidente em Bom Jardim e São João do Carú. As novas áreas desmatadas estavam localizadas próximas às bordas dos limites das áreas de Pastagem em Centro Novo do Maranhão. Já no centro da reserva, o desmatamento foi mais evidente, com 4,44%, e as áreas regeneradas representaram cerca de 3,29%. Áreas transformadas em Pastagem somaram cerca de 12,93%, enquanto 79,29% continuaram sendo Formação Florestal.

Entre 2010 e 2015, houve uma redução nas áreas de Formação Florestal, que passaram a ocupar aproximadamente 77,09% da área, concentrando-se mais no centro da reserva. Observou-se também o aumento das áreas de Pastagem, que nesse intervalo foram de 14,45%, concentradas mais ao norte, em Bom Jardim, Centro Novo do Maranhão e no centro de São João do Carú. O percentual de áreas desmatadas foi inferior ao de áreas regeneradas, que tiveram valores de 2,58% e 5,83%, respectivamente.

De 2015 a 2020, áreas que anteriormente tinham sido transformadas de Formação Florestal para Pastagem foram regeneradas ou passaram por processo de regeneração (8,61%), especialmente ao norte de Centro Novo do Maranhão e ao centro de São João do Carú. Essa dinâmica foi evidente a oeste da REBIO. Cerca de 2,11% das áreas desmatadas concentraram-se na borda do município de Bom Jardim. As regiões transformadas em Pastagem acumularam, no último ano, 13,03%, mas não superaram a classe de Formação Florestal, que com 76,20% manteve-se como a classe de maior predominância dentro da reserva. A **Figura 9** apresenta as transformações ocorridas na REBIO nos últimos 35 anos.

Classe	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
Área Pantanosa							
Pastagem	93,59 (3,45%)	153,55 (5,66%)	191,23 (7,05%)	245,59 (9,05%)	350,71 (12,93%)	392,05 (14,45%)	353,57 (13,03%)
Rios, lagos e oceanos	0,00 (0%)	0,8 (0,03%)	0,8 (0,03%)	1,2 (0,04%)	1,2 (0,04%)	1,2 (0,04%)	1,2 (0,04%)
Regeneração	23,94 (0,88%)	26,35 (0,97%)	16,54 (0,61%)	46,46 (1,71%)	89,3 (3,29%)	158,06 (5,83%)	233,46 (8,61%)

Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

6.2 Incidência de queimadas por classe de uso e cobertura

6.2.1 Acumulados da ocorrência de queimadas nas classes de transformações de uso e cobertura da terra

A dinâmica das queimadas ocorridas dentro da Reserva Biológica foi avaliada para o período de 1985 a 2020, em intervalos de cinco anos. Observou-se que as áreas mais afetadas pelo fogo ao longo do tempo são os pixels de Formação Florestal e Pastagem, destacando as transformações causadas pelo uso do fogo.

As queimadas na REBIO do Gurupi ocorreram de forma pontual, afetando pequenas áreas distribuídas por toda a unidade, onde a grande maioria de sua extensão permaneceu intacta (99,9%). As áreas afetadas distribuíram-se de maneira desigual entre as classes de transição analisadas, com a maior incidência de queimadas em pontos de desmatamento, seguidos por áreas regeneradas (0,04%) e Pastagem (0,03%). A classe menos afetada foi a Formação Florestal, com apenas 0,01% de sua área total queimada.

Entre 1990 e 1995, houve uma diminuição de 0,50% nas áreas não afetadas pelo fogo, totalizando 99,40%. Todas as classes tiveram aumento na incidência de queimadas, exceto a classe de Regeneração, que caiu para 0,01%. A Formação Florestal foi a mais afetada, com 0,25% de sua área queimada, seguida pela Pastagem, com 0,22%. O Desmatamento registrou 0,11% de área queimada.

Nos anos de 1995 a 2000, apesar da tendência de queda, as áreas não afetadas pelo fogo diminuíram para 98,95%. A Formação Florestal foi detectada com 0,39% das queimadas, enquanto a Pastagem aumentou para 0,32%, juntamente com áreas desmatadas. Menos de 0,1% das queimadas ocorreram em áreas regeneradas.

O número de áreas afetadas pelo fogo aumentou entre 2000 e 2005, com a Formação Florestal sendo a mais atingida, representando 0,73% do total, seguida pela Pastagem (0,52%) e áreas desmatadas (0,68%). As áreas queimadas na classe de Regeneração aumentaram para 0,04%. No total, 98,03% de toda a reserva não apresentou detecção de queimadas neste intervalo.

Entre 2005 e 2010, houve uma redução na incidência de queimadas, com um aumento na área não afetada pelo fogo (98,68%). A Formação Florestal registrou 0,31% de área queimada, enquanto a Pastagem contabilizou 0,60% e as áreas desmatadas, 0,37%. As áreas regeneradas continuaram a ser afetadas em 0,04%.

Houve uma redução significativa nas áreas não afetadas pelo fogo no período de 2015 a 2020, totalizando 87,43%. Este período registrou a maior incidência de queimadas na classe de Formação Florestal, com 6,48%, enquanto a Pastagem aumentou para 4,52%. As áreas de regeneração e desmatamento também apresentaram aumento, encerrando o período com 0,73% e 0,84% de área queimada, respectivamente.

No último intervalo (2015 a 2020), as áreas não afetadas pelo fogo aumentaram novamente para 99,8%, reduzindo as queimadas em 0,04% na classe de Formação Florestal, 0,11% na Pastagem, 0,1% em áreas regeneradas e 0,04% em áreas desmatadas. A **Tabela 3** mostra as classes que foram afetadas por queimadas entre 1985 e 2020, com suas áreas (em km²) e a porcentagem correspondente.

Tabela 3 - Classes, área em km² e porcentagem de queimadas nas classes de transição entre 1985 a 2020

Classes	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
Sem queima	2711,08 (99,92%)	2696,9 (99,40%)	2684,66 (98,95%)	2659,66 (98,03%)	2677,29 (98,68%)	2371,97 (87,43%)	2707,68 (99,8%)
Formação Florestal	0,28 (0,01%)	6,7 (0,25%)	10,7 (0,39%)	19,91 (0,73%)	8,45 (0,31%)	175,87 (6,48%)	1,08 (0,04%)
Pastagem	0,73 (0,03%)	6,08 (0,22%)	8,6 (0,32%)	14,12 (0,52%)	16,26 (0,60%)	122,54 (4,52%)	3,06 (0,11%)
Regeneração	0,02 (0,00%)	0,32 (0,01%)	0,12 (0,00%)	1,1 (0,04%)	1,06 (0,04%)	19,88 (0,73%)	0,25 (0,01%)
Desmatamento	0,99 (0,44%)	3,11 (0,11%)	9,04 (0,33%)	18,32 (0,68%)	10,06 (0,37%)	22,84 (0,84%)	1,03 (0,04%)

Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

6.2.2 Frequência de queimadas

De acordo com dados do MAPBIOMAS Fogo, entre 1985 e 1990, a REBIO do Gurupi apresentou frequência de queimadas entre 1 e 3 vezes, onde 0,76% das áreas queimaram uma vez, distribuídas da seguinte forma: Formação Florestal com 0,14%, Campo Alagado e Área Pantanosa com percentual inferior a 0,01%, e Pastagem com 0,40%. Essa mesma quantidade de áreas queimadas ocorreu em 0,04% em áreas regeneradas e 0,18% durante o desmatamento. As áreas que queimaram duas vezes totalizaram 0,07%, com destaque para as classes de Pastagem e áreas desmatadas, enquanto apenas a classe Pastagem queimou três vezes, mas com

percentuais inferiores a 0,01%. Apesar desses índices de queimadas, 99,17% de toda a unidade não registraram episódios de queimadas, destacando-se a Formação Florestal com 92,34%.

Entre 1990 e 1995, grande parte da área não apresentou nenhuma queimada, totalizando 97,51%. As classes que queimaram uma vez compreendem a Formação Florestal (0,45%), Pastagem (0,88%), áreas regeneradas somaram 0,35%, e desmatadas 0,35%, totalizando 1,79% das áreas de pixels que queimaram uma vez. Um total de 0,67% das áreas queimaram duas vezes, com destaque para Pastagem, Formação Florestal e áreas desmatadas, com percentagens de 0,34%, 0,15% e 0,15%, respectivamente. Com 0,02% das áreas queimadas três vezes, apenas as Pastagens e áreas desmatadas obtiveram índices iguais ou superiores a 0,1%.

Nos anos de 1995 a 2000, 2,35% das áreas queimaram uma vez, com a Formação Florestal, Pastagem e desmatamento registrando os maiores índices, 0,83%, 0,92% e 0,57%, sucessivamente. Cerca de 0,21% das mesmas áreas queimaram duas vezes e, em menor percentagem, apenas Pastagem e áreas desmatadas queimaram três vezes. No total, 97,41% das áreas não registraram queimadas.

Apesar de 94,66% de toda a área na reserva não ter apresentado queimadas, entre os anos de 2000 e 2005, esse intervalo foi o primeiro período que registrou pixels com até quatro queimadas. As classes queimaram uma vez com índice total de 4,61%, onde a Formação Florestal (1,17%), Pastagem (1,60%), Regeneração (0,11%) e desmatamento (1,72%) se destacaram. Cerca de 0,66% do total de áreas que queimaram duas vezes evidenciou-se na Formação Florestal (0,08%), Pastagem (0,15%) e desmatamento (0,43%). Apenas as áreas desmatadas registraram maior percentual (0,05%) quando queimaram três vezes, enquanto apenas a Formação Florestal queimou quatro vezes, mas com índice inferior a 0,01%.

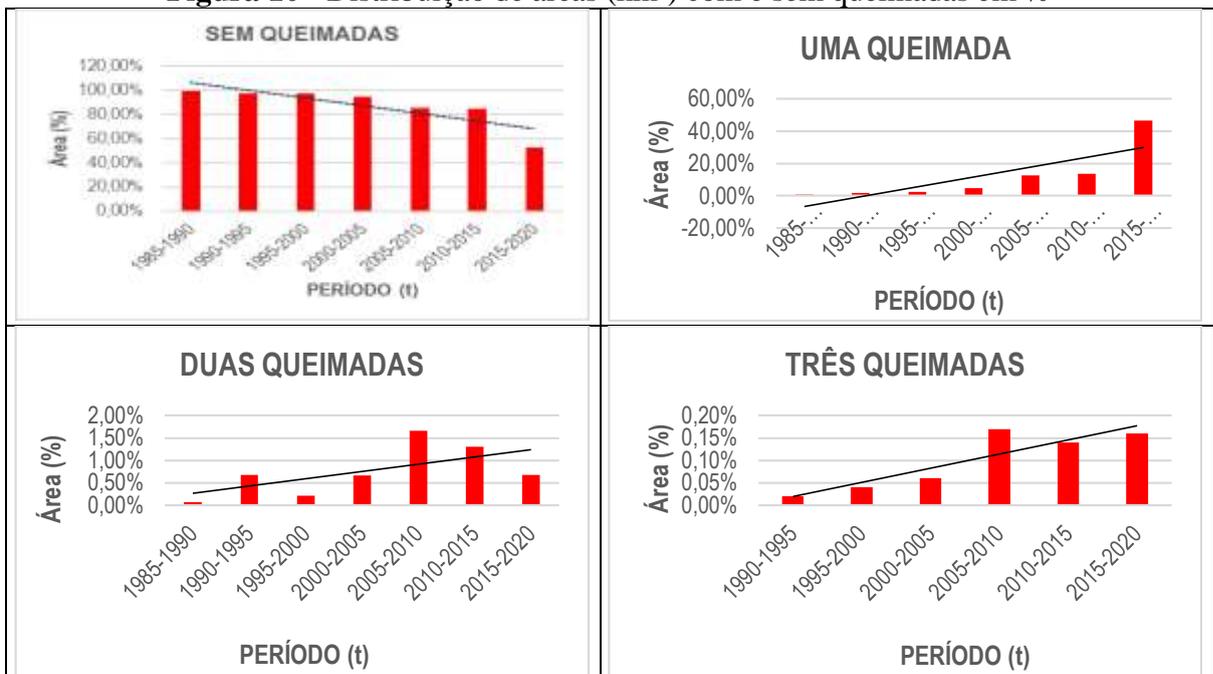
Nos anos de 2005 a 2010, a Formação Florestal apresentou a maior área que queimou apenas uma vez na REBIO, com 7,75%, enquanto a Pastagem (2,88%), regeneração (0,26%) e desmatamento (1,55%) seguiram a classe, totalizando 12,44% de pixels que queimaram uma vez. Cerca de 1,66% das áreas queimaram duas vezes, com classes de desmatamento, Formação Florestal e Pastagem registrando 0,62%, 0,55% e 0,46%, respectivamente. Uma percentagem de 0,17% da área total queimou três vezes, com destaque para áreas desmatadas (0,08%), Formação Florestal (0,04%) e Pastagem (0,04%). Com maior número de classes queimadas quatro vezes e menor extensão (0,03%), as áreas desmatadas continuam a se destacar, com 0,02%. As áreas que permaneceram sem queimadas reduziram para 85,71%.

Ainda em escala de redução de áreas não queimadas, com 85,03% entre os anos de 2010 e 2015, a Formação Florestal aumentou a porcentagem de áreas que queimaram uma vez para

6,61%, seguida pela Pastagem com 5,07%, enquanto o desmatamento e a regeneração registraram 1,05% e 0,78%, respectivamente. No total, as áreas que queimaram uma vez foram 13,41%. Cerca de 1,30% das classes queimaram duas vezes, com destaque para a Formação Florestal (0,12%), Pastagem (0,88%) e desmatamento (0,27%). Queimando três vezes, a Pastagem e o desmatamento foram as classes que mais queimaram, juntamente com outras classes, totalizando 0,14%, enquanto áreas que queimaram quatro vezes representaram 0,01%, com destaque para a Pastagem.

Por fim, entre 2015 e 2020, registrou-se o menor índice de áreas não queimadas, totalizando 52,72%. Contudo, as áreas que queimaram uma vez aumentaram, somando 46,44%, onde a Formação Florestal se destacou com 34,94%, seguida pelas áreas de Pastagem com 7,06%, enquanto a regeneração e o desmatamento registraram 3,08% e 1,35%, respectivamente. As áreas que queimaram duas vezes somaram 0,68%, sendo a Formação Florestal responsável por 0,23% das áreas queimadas, Pastagem com 0,30%, e regeneração e desmatamento com 0,02% e 0,14%, respectivamente. Quanto às áreas que queimaram três vezes, destacam-se a Formação Florestal (0,07%), Pastagem (0,05%) e desmatamento (0,03%), com as maiores áreas queimadas, totalizando 0,16%. Todas as classes queimaram pelo menos quatro vezes, mas juntas não superaram 0,01% em área total. A **Figura 10** mostra a dinâmica das áreas em % com uma a três queimadas.

Figura 10 - Distribuição de áreas (km²) com e sem queimadas em %



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

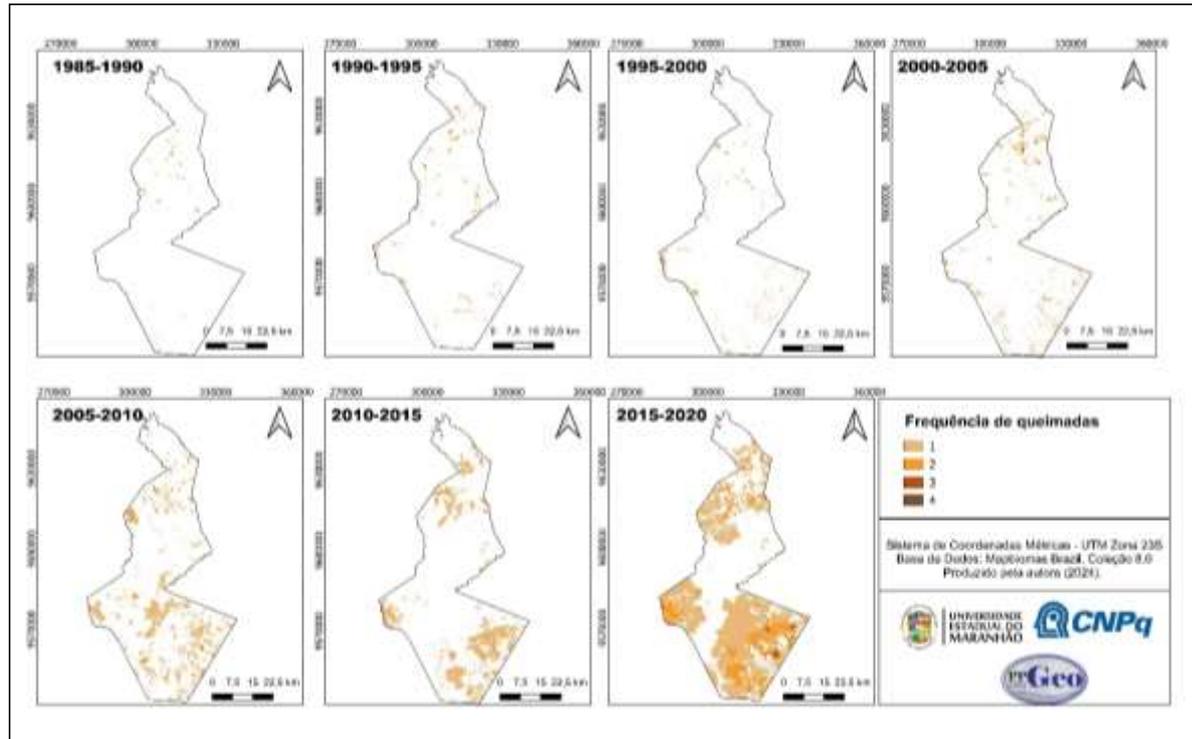
As variações de queimadas ocorreram principalmente na porção norte da reserva, em áreas voltadas para pastagens. Esses pixels se concentraram principalmente no município de Centro Novo do Maranhão e em São João do Carú. Observa-se que a expansão para Bom Jardim começou em 1995, mas de forma discreta. Somente a partir do ano de 2005 até 2010, essas queimadas alcançaram grandes áreas no município de Bom Jardim, ao sul da REBIO.

Evidenciou-se que entre os anos de 2010 e 2015, as áreas dos pixels que queimaram uma vez se concentraram nas bordas norte, centro e sul da REBIO. Contudo, no último período em análise, houve crescimento das áreas que queimaram de uma a três vezes, agrupando-se mais ao sudeste.

É importante ressaltar que tanto as atividades humanas quanto a dinâmica atmosférica foram elementos primordiais para as incidências de queimadas. De acordo com Miranda (2014), a transformação da cobertura florestal ocorreu pela extração seletiva a partir do ano de 2005, sendo um fator que pode ter desencadeado incêndios florestais devido ao aumento da inflamabilidade da floresta, ligada a atividades de pecuaristas, madeireiros, assentados e pequenos produtores, estes dois últimos concentrados ao sul da REBIO. Além disso, a autora afirma que as médias e grandes propriedades localizadas nas porções norte e centro impulsionam as queimadas durante a renovação da pastagem e áreas de roçado.

Aliando as atividades humanas com a dinâmica atmosférica, verificou-se o aumento das queimadas entre os anos de 2010 e 2020, quando o *El Niño* ganhou forças entre os anos de 2015 e 2016, contribuindo para que as queimadas atingissem maiores escalas. A **Figura 11** mostra a distribuição espacial das queimadas ao longo da REBIO.

Figura 11 - Espacialização da frequência de queimadas entre 1985 a 2020

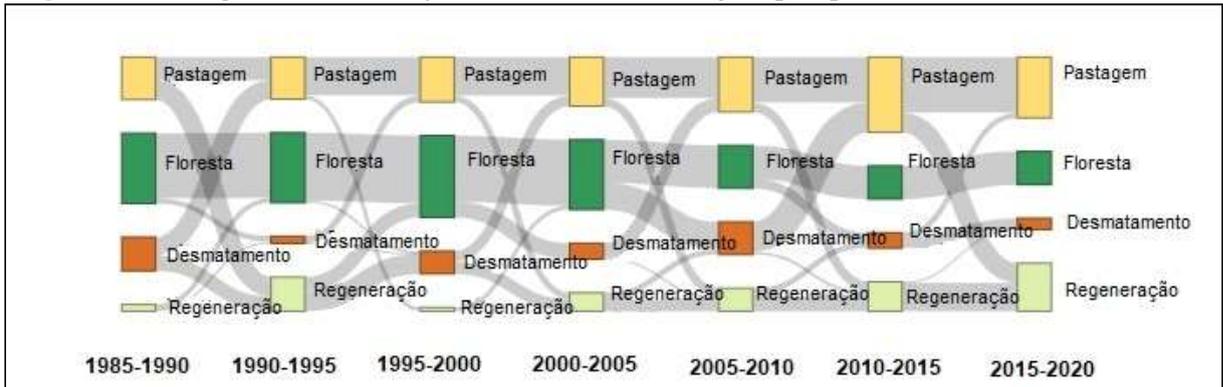


Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Diagrama de Sankey ilustra as transformações ocorridas nas classes Formação Florestal (Floresta), Pastagem, desmatamento e regeneração. As barras cinzas representam a quantidade de estabilidade ou mudanças de classes dentro do intervalo. Verifica-se pelo diagrama que a Formação Florestal e a Pastagem são as classes que mais se expandiram, representadas pelas maiores barras e linhas de fluxo.

Assim, as maiores áreas de queima da classe Pastagem permaneceram na mesma classe em todos os anos e em pequenas incidências em áreas regeneradas em Formação secundária, com destaque para os intervalos de 1990 a 1995 e 2015 a 2020. Trocando fluxos na mesma categoria em todos os anos, a queimada na Formação Florestal obteve as maiores trocas de fluxos na mesma classe e em áreas queimadas durante o desmatamento, onde as maiores trocas foram nos anos de 2000 a 2005 e de 2005 a 2010.

Ao analisar as classes de desmatamento, o diagrama apresenta trocas de fluxos entre a própria classe, Pastagem e regeneração, onde os maiores fluxos de queimadas ocorreram na transição para a Pastagem entre os anos de 2005 a 2010 e de 2010 a 2015. Já a classe regeneração compartilhou fluxo dentro da mesma classe, em áreas florestadas e no desmatamento, destacando as maiores energias em 1990 a 1995 e de 1995 a 2000. A **Figura 12** apresenta o Diagrama de Sankey para as classes transformadas durante a atividade do fogo.

Figura 12 - Diagrama de Sankey das classes em transição que queimaram entre 1985 a 2020

Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

6.3 Variação das áreas de emissão e remoção de carbono

Analisando o comportamento das transformações ocorridas na REBIO pelas taxas de área queimada, desmatada e regenerada, verificou-se que, no período compreendido entre os anos de 1985 a 1990, cerca de 23,94 km² (21%) de áreas regeneradas contribuíram para a remoção (R) de carbono, enquanto 88,32 km² (79%) das áreas queimadas e desmatadas contribuíram para as emissões (E), resultando em um desequilíbrio. A diferença entre as áreas de remoção e emissão foi de 64,38 km² (57%), com saldo negativo, pois houve mais áreas de emissão do que de remoção.

Entre os anos de 1990 a 1995, as áreas de emissão continuaram a superar as áreas de remoção. A remoção foi de 26,35 km² (24%), enquanto a área de emissão foi de 85,02 km² (76%). De modo geral, a diferença entre as taxas E-R foi de 53%, correspondendo a 57,67 km², índice menor que o intervalo anterior.

De 1995 a 2000, cerca de 16,54 km² (11%) de áreas de regeneração contribuíram para a remoção de carbono da atmosfera, enquanto as áreas de emissões quase que duplicaram em relação ao ano anterior, com 129,35 km² (89%) de áreas desmatadas e queimadas. A variação resultou em 77% (112,8 km²) da diferença entre emissão e remoção.

Nos anos de 2000 a 2005, houve aumento das áreas que contribuíram para a remoção de carbono, apesar das emissões continuarem crescendo. As áreas regeneradas aumentaram para 46,46 km² (18%), e as áreas desmatadas e queimadas juntas resultaram em 210,73 km² (82%), com 64% de áreas que emitiram carbono (164,27 km²).

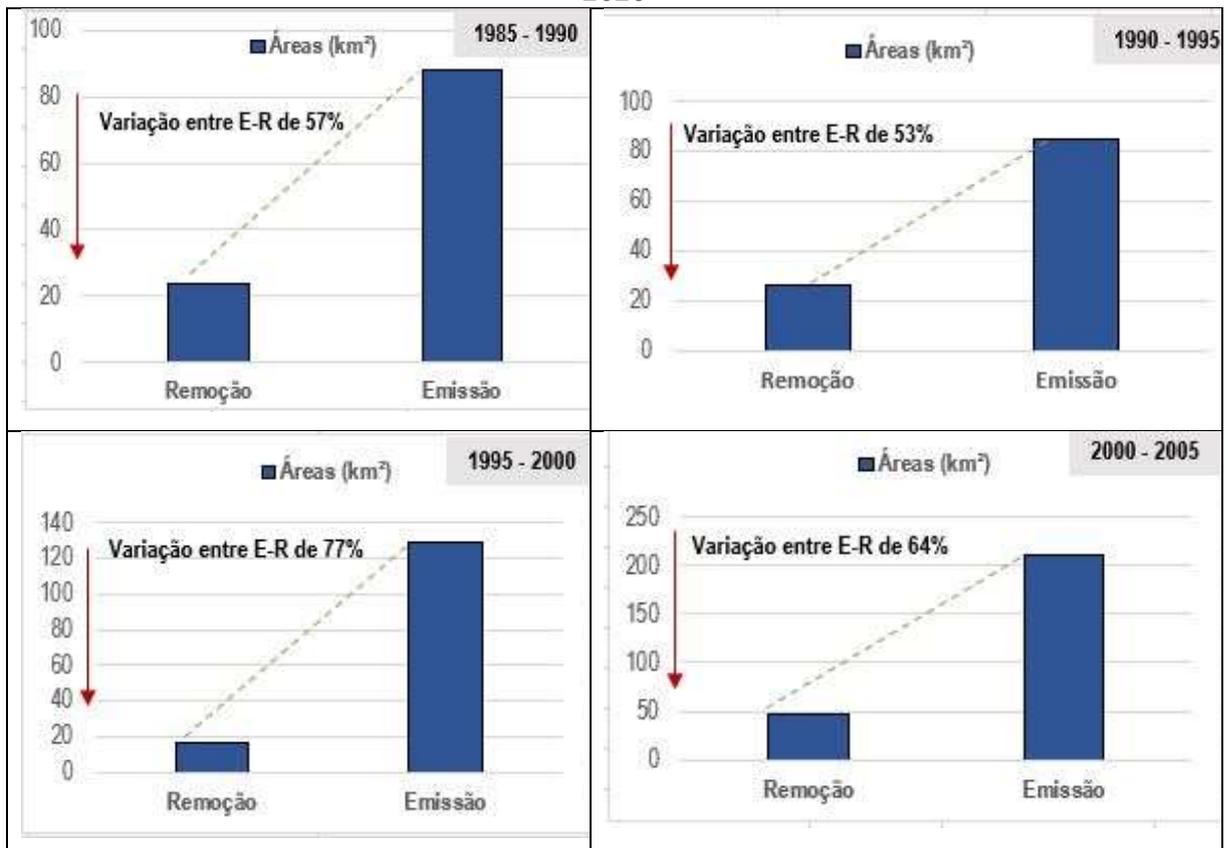
Entre 2005 e 2010, as áreas de regeneração quase dobraram em relação ao período anterior, contabilizando cerca de 89,3 km² (3%) de áreas de remoção de carbono. As áreas que contribuíram para a emissão reduziram para 156,27 km² (64%) através do desmatamento e das

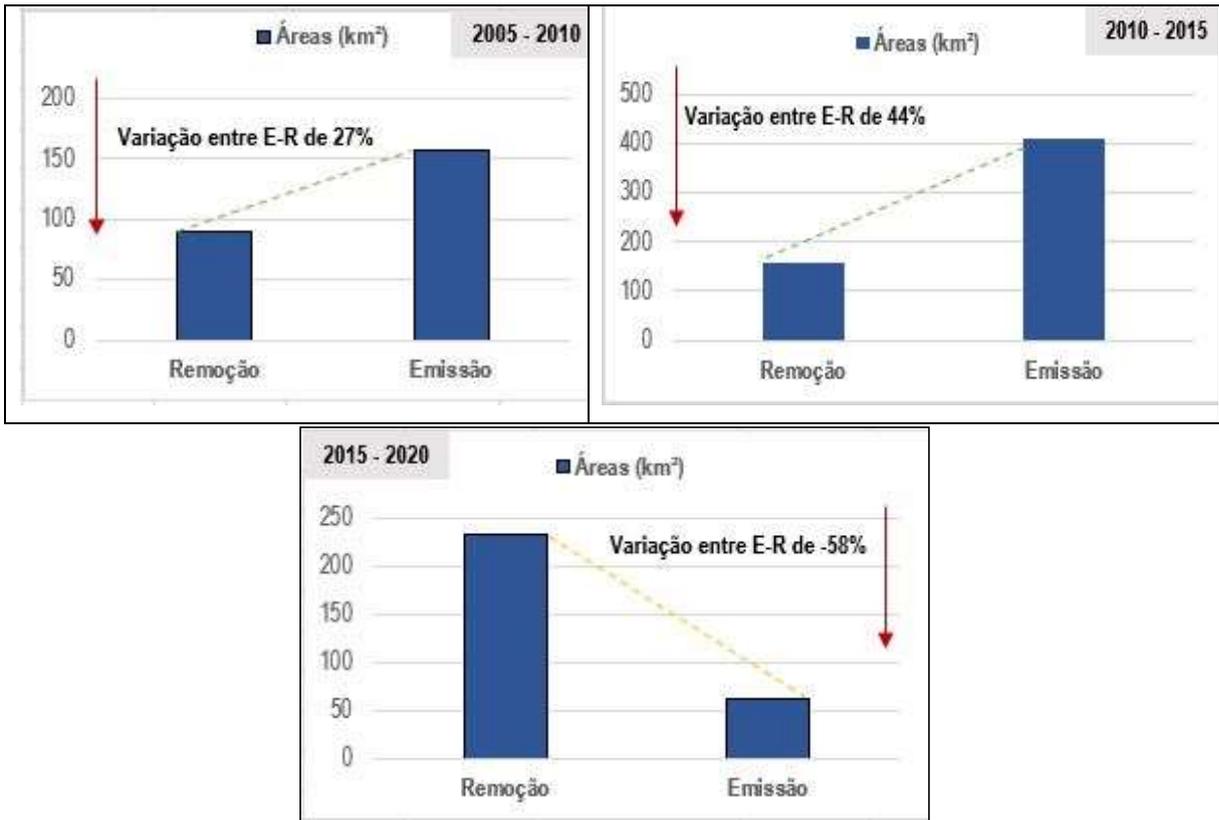
queimadas. Apesar da redução das áreas de emissões, estas superaram as áreas que removeram carbono, com cerca de 27% de diferença (66,97 km²) entre áreas de emissão e remoção.

Com ritmo de crescimento em relação ao intervalo anterior, a área de remoção de carbono entre 2010 e 2015 foi de 158,06 km² (28%), menor que a área que contribuiu para a emissão. As queimadas e o desmatamento tiveram 411,08 km² (72%) do total de áreas que auxiliaram para a emissão. A área de emissão foi de 253,01 km² (44%), saldo superior ao período anterior.

No último intervalo (2015 a 2020), verificou-se o cenário inverso aos anos anteriores: a área que contribuiu para a remoção superou as áreas de emissão, com 233,46 km², equivalendo a 79% da área total. A área de emissão foi de 21% (62,73 km²), um valor em queda. A porcentagem manteve-se em queda de 58% (170,73 km²). A **Figura 13** expressa a área em km² entre emissões e remoções para os anos estudados.

Figura 13 - Gráficos de distribuição entre Emissões e Remoções de carbono entre 1985 a 2020

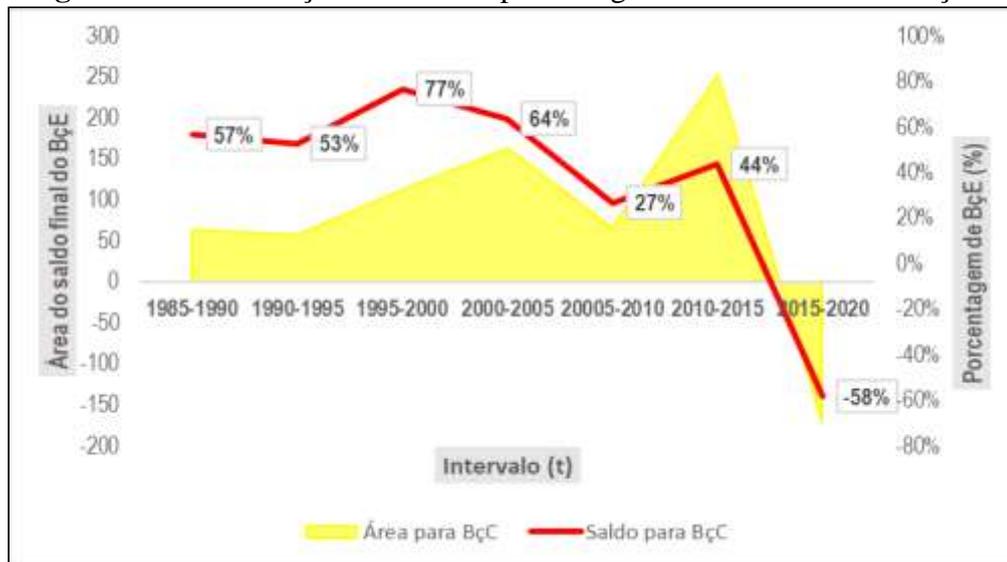




Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Na REBIO do Gurupi, a relação entre áreas emitidas e removidas variou significativamente, considerando as atividades de uso que ocorreram na área. O resultado da diferença entre o que foi emitido e o que foi removido mostra que, em todos os anos, as áreas regeneradas estiveram abaixo das áreas desmatadas e queimadas, como ilustrado na **Figura 14**.

Figura 14 - Distribuição das áreas e porcentagem das emissões e remoções



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

As queimadas e o desmatamento eram constantes nas duas primeiras décadas dos anos analisados, uma vez que a exploração de madeira para comercialização em outros estados, a expansão de áreas de pasto e atividades agrícolas, além dos assentamentos, contribuíram para o aumento das áreas responsáveis pela emissão entre 1995 e 2005. Entre os anos de 2010 e 2015, as queimadas e o desmatamento aumentaram devido ao período de seca que se estendeu na área, resultando em uma alta emissão de carbono para a atmosfera. O declínio da emissão pode ter sido em razão da redução das áreas de pastagem e dos assentamentos, havendo assim a recuperação das áreas desflorestadas para floresta secundária, o que contribuiu para a remoção do carbono na floresta.

7 RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI: UMA QUESTÃO ALÉM DOS NÚMEROS

Durante a realização da visita ao campo próximo à REBIO, evidenciou-se, por meio das falas dos entrevistados, a realidade existente na reserva. De acordo com o *entrevistado A*, o desmatamento na REBIO é uma consequência do que ocorreu na Amazônia, mesmo antes da REBIO ser institucionalizada como uma Unidade de Proteção Integral em 1988, conforme apontado:

[...] então, a Reserva Biológica do Gurupi é bem antiga, né? Ela foi criada em mil novecentos e oitenta e oito. Como vocês sabem, as reservas biológicas elas foram criadas para serem bem restritivas, né? Fazer a conservação da flora e da fauna, só que no momento que ela foi criada já tinha algumas pessoas, eram poucas, né? Mas já tinham algumas pessoas morando ali dentro, então essas pessoas a gente já sabia que mais na frente teria que lidar, teria que fazer o processo de regularização fundiária. Só que com o avanço do tempo, né? Devido a poucos recursos (por parte do ICMBIO), a poucas pessoas trabalhando no órgão, acabou que isso foi avançando, né? Hoje a gente tem uma situação fundiária bem complicada, né? E a gente vem trabalhando em cima disso, temos diversos processos de regularização fundiária rolando... aí de vez em quando chega aqui fazendeiro querendo saber como é que tá o processo, né? Tem algumas pessoas de boa vontade, né? Querem que se resolva, querem sair da área... quem liberar a área, mas querem ser indenizadas, né? Só que o processo é lento, né? Então, atualmente a gente tá nessa situação fundiária, mas temos bastantes áreas preservadas, né? [...] (Trecho da entrevista concedida em 2023).

Inferi-se, a partir do início da fala do *entrevistado A*, a existência de três pontos cruciais que ajudam a explicar a mudança na cobertura da terra devido às pressões de uso na reserva ao longo do tempo: o primeiro é a ocupação real que existia antes da instauração da lei que concedeu a área como Unidade de Conservação de Proteção Integral, posterior à década de 80; o segundo ponto diz respeito à instauração do decreto federal que tornou a reserva uma Unidade de Conservação e às questões fundiárias. Percebe-se que a área mais heterogênea está ao norte da REBIO, que, apesar de ainda possuir bastante cobertura florestal e secundária, apresenta grandes áreas de pastagens nos municípios de Centro Novo do Maranhão e São João do Carú, e em menor proporção no município de Bom Jardim, conforme ilustra a **Figura 15**.

Figura 15 - Registros de áreas de pasto localizadas no Norte e Centro da REBIO do Gurupi



Fonte: ICMBIO (2023).

Pela hipótese baseada na ocupação, possivelmente, as mudanças na cobertura ocorreram no sentido leste-oeste das sedes municipais, em direção às áreas com maior concentração de cobertura florestal para o desenvolvimento de atividades agropecuárias. Observa-se que, na década de 1980, o município de Bom Jardim já contava com mais de 30 mil habitantes residentes na região. Até o final da década de 1970, houve colonização agrícola por pequenos agricultores, os quais, atualmente, concentram-se mais ao sul de Bom Jardim, juntamente com os assentamentos (MOURA *et al.*, 2011). O município de Bom Jardim teve poucas mudanças, e as áreas desmatadas estão concentradas principalmente em Centro Novo do Maranhão, que até a década de 90 pertencia ao município de Carutapera, sendo desmembrado e emancipado pela Lei Estadual nº 6.160, de 10 de novembro de 1994, e em São João do Carú, que era apenas um povoado em 17 de julho de 1966 (IBGE, 2009).

É interessante mencionar que a ocupação dessas regiões ocorreu nas margens do rio Carú por volta da década de 60, predominantemente por agricultores em busca de novas áreas

para caça, pesca, extração do coco babaçu e cultivo de arroz, a principal atividade na época. Essas atividades favoreceram o estabelecimento de uma população permanente, composta especialmente por indígenas, os primeiros migrantes que se deslocaram para áreas próximas aos rios e à reserva, fugindo do aumento populacional na área central (Silva, 2020).

Segundo Silva (2020), São João do Carú, antes de se tornar município, era um povoado conhecido como Igarapé São João, devido à proximidade com esse igarapé e à presença abundante de uma árvore denominada São-João (*Senna spectabilis*) em suas margens. Posteriormente, devido ao rio Carú e à sua importância para os moradores, o povoado mudou de nome e passou a ser chamado de São João do Carú.

De acordo com Motta (2012), a principal atividade econômica do município era a extração de madeira, com a retirada de grandes toras de cedro que eram transportadas rio abaixo até um local próximo ao povoado de Bambu, destinadas a comercialização. A alta taxa de extração levou à extinção do cedro, que era abundante na região, ajudando a explicar a heterogeneidade de classes de uso na região. Atualmente, a exploração continua, com rotas de exportação para Paragominas, no estado do Pará, e a economia é baseada nas atividades do setor primário, com foco no extrativismo vegetal e na agricultura.

A **Figura 16** mostra algumas toras de madeira localizadas na borda da REBIO do Gurupi, sendo as da esquerda recém-extraídas e as da direita queimadas para serem usadas na produção de carvão.

Figura 16 - Extração e queima de madeira na borda da REBIO do Gurupi



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

O município de Bom Jardim teve a ocupação mais antiga entre os três municípios. Até 1959, a região era predominantemente florestal e habitada por indígenas. Com a chegada de

imigrantes que se estabeleceram na área, surgiram conflitos entre os grupos. Inicialmente, a região era administrada pelo município de Monção, mas o povoado acabou se emancipando devido ao crescimento das constantes migrações de lavradores. A principal atividade econômica era a agricultura, com o manejo de roças delimitadas pelas áreas de veredas. Posteriormente, fazendeiros adentraram na região, cercando os agricultores e habitantes do povoado, não respeitando as demarcações de terra estabelecidas pela população (Motta, 2011).

A **Figura 17** apresenta imagens da preparação do solo (à direita) e da colheita de milho e arroz (à esquerda) encontrados durante o trabalho de campo na borda da REBIO do Gurupi. A área possuía grandes extensões de terras, com alguns maquinários e trabalhadores auxiliando no manejo.

Figura 17 - Campo de preparo e colheita de milho e arroz na borda da REBIO do Gurupi



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Segundo relatos, o desmatamento teve início pelas margens hídricas antes de 1985, com a extração de madeira para comercialização e produção de carvão, além da abertura de áreas para pastagem e atividades agrícolas. Esse desmatamento foi seguido pelo uso do fogo para a limpeza de áreas, resultando na redução da cobertura florestal e sua conversão para outros fins. Atualmente, o desmatamento dentro da reserva está reduzido; no entanto, na borda, ainda se observa um intenso desmatamento para a extração de madeira e limpeza de pequenas a médias áreas com o uso do fogo, como pode ser observado na **Figura 18**, que mostra uma carvoaria com produção recente de carvão e, logo ao lado, um campo recém-queimado.

Figura 18 - Produção de carvão e área queimada na borda da unidade



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Ressalta-se que a partir do final da década de 80, o país avançou na criação de políticas e projetos ambientais, tanto federais quanto estaduais, pautados em legislações que são referência mundial (Miranda *et al.*, 2017) e que impactaram diretamente na preservação da biodiversidade nativa. Os trâmites que levaram à unidade ser protegida integralmente contribuíram para que as mudanças que vinham ocorrendo antes da década de 1980 se dessem de forma gradual entre os quinquênios analisados.

Antes de ser decretada como proteção integral, a REBIO era uma Reserva Florestal, criada pelo Decreto nº 51.026, em 25 de julho de 1961, integrada ao Serviço Florestal do Ministério da Agricultura, com polígono irregular de 16.740 km². De acordo com o decreto, a reserva respeitava as terras indígenas e os princípios de assistência aos silvícolas, levando em conta atividades como caça e pesca das populações locais.

Segundo Moura *et al.* (2011), a necessidade de criação de uma reserva florestal na época reforça a ideia do rápido esgotamento de árvores de valor comercial na região de Imperatriz, depois que vias de acesso foram abertas aos mercados consumidores. Em concordância com os autores, quatro anos depois, o novo código florestal promulgado não contemplou essa categoria de área protegida, deixando a reserva florestal com uma espécie de vazio jurídico – o que, por sua vez, ajudou a deslegitimá-la. Ademais, na época, adotou-se uma política de integração territorial que promoveu intensa emissão de títulos de propriedade que desrespeitavam os limites da reserva, contribuindo para o aumento da pressão na área entre 1980 e 1990, como afirma o *entrevistado A* ao ser questionado sobre os usos antes de ser considerada como REBIO, na fala:

[...] antigamente era direto, era bem conflituoso e já melhorou bastante, mas sempre pode melhorar mais, né? Se a gente der uma avaliada, né, em oitenta e cinco a noventa e cinco, o quadro de desmatamento era bastante alto. Bem alto! Aí deu ali uma apaziguada. Em dois mil e dez, aí dois mil e quinze aumentou que foi até hoje, a gente recupera as decisões e..., mas, assim, o maior problema hoje na minha opinião tem vindo agora eu acho que não são tanto os madeireiros, é mais as fazendas [...]
(Trecho da entrevista concedida em 2023).

Levando em conta a extensa mancha florestal nativa em conjunto com os territórios indígenas, em 1988, o país decidiu designá-la como Reserva Biológica, com o objetivo, entre outros, de preservar uma amostra representativa da região de florestas tropicais úmidas da chamada "Pré-Amazônia Maranhense". A área foi ampliada para 34.000 km², representando um aumento significativo de mais que o dobro da área total estimada, enquanto a REBIO do Gurupi ainda era classificada como Reserva Florestal. Até então, a REBIO era coordenada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF.

A **Figura 19** apresenta registros dentro da REBIO do Gurupi, onde é possível observar a vegetação densa em uma área recém-desmatada para abertura de trilhas. Na área, foram encontradas espécies nativas da Amazônia, como o Ipê Amarelo, macaúbas e plantas trepadeiras, além da presença de aves, primatas e répteis que habitam a mata, mas estão ameaçados de extinção.

Figura 19- Registros da vegetação espaçada e densa dentro da REBIO do Gurupi



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Segundo medições mais recentes realizadas pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS), seguindo os limites e os pontos de referência descritos no decreto, constatou-se que a área da REBIO foi atualizada e verificou-se que o polígono delimitado era menor do que o inicialmente estabelecido. No decreto de criação da REBIO do Gurupi, foram excluídas áreas

de jazidas de bauxita, bem como algumas áreas que já estavam desmatadas. Parte da antiga reserva florestal foi destinada, assim, para órgãos de colonização. No entanto, a ausência de demarcação física e de sinalização em campo permitiu a continuidade da emissão de títulos de propriedade dentro dos limites da reserva até 1997.

De acordo com o relato do *entrevistado B*, o assentamento Amazônia passou por todos esses trâmites, o que deixava as pessoas sob tensão, uma vez que cada nova demarcação poderia afetar a permanência dos mesmos. Ao ser questionado sobre o processo de ocupação dentro da reserva, ele respondeu:

“A gente era uma área, né? Devoluta, sabe? Foi desapropriada só que a gente não sabia do processo legal de estar dentro da reserva, né? [...] Mas quando eu vim pra cá, foi uma indicação do sindicato do meu município que é Bom Jardim. Vim pra cá em 2008 e estou até esse momento, né? [...] Depois de nove anos, tem gente está lá há vinte e seis anos, a gente (o assentamento de modo geral) entrou em 97, de 97 a gente só veio descobrir isso em 2006, finalzinho de 2006, 2007...[...] E quando o INCRA desapropriou, né? A gente fez o pedido da área e o INCRA desapropriou 5300 e alguma coisa de hectare de terra...e aí quando o INCRA veio bater o perímetro né? Veio remarcar a área do assentamento que até então não era demarcada. Aí que a descobriu que dentro desses cinco mil hectares e trezentas e alguma menos de quatrocentas hectares estava dentro da Reserva Biológica do Gurupi. Então o assentamento é no coração da reserva biológica. Todo assentamento é cinturão e tem parte que é e a gente não sabia [...]” (Trecho da entrevista concedida em 2023).

De acordo com as declarações do *entrevistado C*, dentro do assentamento Aeroporto, muitas pessoas não tinham conhecimento de que habitavam dentro de uma unidade de proteção, devido à falta de precisão na demarcação dos limites da reserva. Essas pessoas migraram para a região devido ao aumento populacional nos municípios próximos, como Buriticupu, que está localizado dentro da área de amortecimento, o que o assentado chama de "processo de interiorização das cidades maranhenses", como ele afirma:

“[...] a reserva biológica ela tem data de criação a partir, parece-me que do decreto de 9.095...614 (dúvida)...de 1988. Isso, né? E assim, não só o Maranhão, mas o Brasil passava por um momento de como se diz? De *interiorização*, né? De povoamento, desenvolvimento...essas coisas, né? Inclusive o projeto de assentamento daqui da região de Buriticupu, por exemplo, né? Ele nasce de um projeto de colonização. E eu estou me referindo aqui da região entorno da reserva. Já, já vamos adentrar a reserva. E Buriticupu recebeu diversas cidades, regiões do Maranhão, pessoas para virem colonizar. Olha, repara...repara o termo. É tanto que os mais velhos eles eram identificados como colonos. Colonos mesmo! Eles vieram para colonizar. Foi criado uma estrutura de habitação, uma estrutura administrativa, uma estrutura de saneamento toda para receber essas pessoas que tinham intenção de virem trabalhar na região. E Buriticupu cresceu, desordenadamente, né? Em cima de uma cultura de exploração que a época tinha que explorar, né? Pra quê? Principalmente pra desenvolver. E nós aqui de Buriticupu estamos praticamente da reserva biológica, porque a reserva biológica não havia uma demarcação como de fato não há uma demarcação. É tanto que nós temos uma ação já transitando com a Defensoria Pública

e nacional contestando os limites da reserva. Porque, assim, nós passamos a ter notícias de que estávamos dentro de uma reserva biológica em 2009, quando o IBAMA transferiu a administração das reservas biológicas para o Brasil para o Instituto Chico Mendes. Quando o Instituto Chico Mendes e, nós moradores, que datam os títulos de suas propriedades de 1987, bem antes, né? Da implantação do decreto [...] o Instituto Chico Mendes ingressou como uma ação na justiça pra anular todos os títulos, conseqüentemente os títulos que a gente tinha dado [...] Então, é conflituosa a relação interna INCRA, Chico Mendes, Instituições financeiras, Banco do Nordeste, Banco da Amazônia, Banco do Brasil [...] é porque até 2009 não se tinha notícia de reserva biológica. Não se tinha! Entendeu? Aí quando chegou em 2009 foi o mundo se acabando. Sabe? A gente sem entender! Helicóptero sobrevoando, trator queimando, caminhão, serraria explodindo. Foi uma loucura! Nós não tínhamos serrarias lá dentro. Mas se por ser uma área em desenvolvimento e os municípios vizinhos estarem se desenvolvendo na extração de madeira, tem a terra da madeira por muitos anos, né? [...]” (Trecho da entrevista concedida em 2023).

Pela dos *entrevistados B e C*, observa-se que a instauração do decreto que tornou a unidade uma reserva biológica não consultou os habitantes que viviam dentro da área. As delimitações da reserva desde sua criação na década de 60 deveriam considerar os assentamentos e desenvolver estratégias para minimizar os conflitos fundiários na região.

De acordo com a entrevista do *entrevistado C*, é possível compreender os direcionamentos relativos ao desmatamento da REBIO ao longo dos seis anos de análises, pois ele mostra que a questão do desmatamento está intimamente ligada à exploração de madeira, não apenas nos municípios dentro da reserva, mas também nos municípios adjacentes como Buriticupu e outros municípios, como menciona:

“[...] antigamente, antigamente era a atividade econômica principal (a extração de madeira). Essa madeira ela abastecia São Luís, ela abastecia Teresina, ela era tipo exportação. Nós tínhamos madeireira especializada em madeira que abastecia até a Europa, está entendendo? Então era a atividade econômica principal da região. Eu não posso precisar, mas mais de vinte madeireiras só aqui na região de Buriticupu e Bom Jesus das Selvas. Dois municípios que fazem fronteira aqui com a reserva. Então, dentro da área de Buriticupu extraía-se dentro da área de Santa Luzia, extraía-se muito dentro da área de Bom Jesus, extraía-se também dentro da área de Bom Jardim também porque essa era a atividade econômica [...]” (Trecho da entrevista concedida em 2023).

O *entrevistado D* menciona a participação do município de Itinga do Maranhão na rota da extração da madeira, que era intensiva durante as décadas de 80 e 90, mas que hoje é quase inexistente. Ele menciona que o município respeita a área de amortecimento de 10 km, mas acredita que essa área poderia ser bem maior considerando a abrangência de proteção da REBIO. Infere-se que a retirada do recurso natural na reserva ocorreu de fora para dentro, incluindo as áreas adjacentes, conforme afirmado pelo *entrevistado D*:

“A questão de madeiras aqui antigamente, alguns anos atrás, era muita madeira que

tirava daqui de dentro. Hoje quase não veio, nem vê caminhão de madeira e saindo aí dentro. Se quando sai, sai por lá, por Açailândia mesmo, mas é por aqui, porque só tem estrada de saída de lá, só essa aqui e uma lá em baixo que as vezes a extração lá é parado. Lá tem saída pra tudo quanto é lugar. Travesso o rio Gurupi ou vai por Açailândia, vai e consegue fazer tudo por isso aí, aqui a maioria das serrarias já foram fechadas. Agora as movelarias eles já vêm com a madeira já cortada de outra serraria, de outra cidade, principalmente do Pará. Então essa questão do conflito aqui quase não tem...não tem mais na verdade, porque antigamente tinha muita operação do IBAMA aqui dentro, mas isso antes da Secretaria de Meio Ambiente [...] (A extração) usava madeira aqui, isso melhorou em 2015 pra cá. A gente ia pro assentamento, passar alguns dias lá e todo tempo era caminhão passando lotado de madeiras, mas isso pra trás [...]” (Trecho da entrevista concedida em 2023).

Conforme o *entrevistado B*, no assentamento Amazônia, quando chegou no ano de 1997, a área já não tinha madeira, pois o recurso já estava esgotado devido às explorações das serrarias e das fazendas que vendiam a madeira para outros locais. O entrevistado menciona:

“O nosso assentamento em si, a gente chegou lá em 1997 e já não tinha mais madeira certo? A fazenda já tinha explorado tudo, né? Porque a fazenda tinha serraria, tinha a área de beneficiar essa madeira, então, a área pertencia a fazenda ela já tinha tirado tudo que interessava, né? Então, não tinha mais. Então, nosso assentamento a gente nunca teve relação com a extração de madeira, né? No assentamento mais próximo que tinha relação com a extração de madeira, que era o assentamento do Aeroporto, que hoje também não tem mais em função ao debate da fiscalização e isso não acontece mais! [...] E hoje é mais intensificado, né? (a fiscalização) De 2010 para cá, né? A questão da fiscalização foi uma coisa que também desmobilizou total, hoje a gente não tem mais extração de madeira no sul da reserva, né? Sendo de Buriticupu que é nosso caminho, né? Extração de madeira na Reserva Indígena, mas sentido em outros lugares e o outro lado da BR, pro lado da cidade de Bom Jardim, pra aquele lado de lá. Mas aqui saindo, hoje, a gente não vê mais. Mas foi questão de fiscalização, né?” [...]” (Trecho da entrevista concedida em 2023).

Através das falas dos agentes, percebe-se que a criação da reserva vai além dos fins institucionais e é uma situação muito mais complexa, que transcende os princípios ecológicos. A regularização fundiária é uma das causas que influenciou nas mudanças da cobertura da terra nas décadas de 80 até a primeira década de 2000. Além dos assentamentos, as fazendas também estão inclusas no processo, uma vez que têm encontrado grandes áreas ao norte da reserva para atividades ligadas ao pasto, como afirma o *entrevistado B*:

“Então, a partir de que os fazendeiros se sentirem se sentirem ameaçados eles foram tratando de tentar silenciar quem estava ali próximo, né? Então por parte dos fazendeiros que tiravam madeira, eles faziam grande derrubadas, né? Muito gado. O sul da reserva é cheio, né? Então esses conflitos se deram a partir disso, não foi o confronto com os trabalhadores, foi as fazendas, né? Com os fazendeiros! Por exemplo, o nosso assentamento é lite com a reserva, tem várias fazendas logo aqui próximo, dentro. O Aeroporto é limite, está dentro do coração da reserva. Tem várias fazendas dentro dessa reserva. Então são limites com assentamentos. Na verdade, esses assentamentos foram parte de desligar de uma das duas dessas fazendas, né? O nosso era fazenda, né? O Aeroporto também fazenda. Entendeu? Tudo era parte dessas fazendas grandes, né? Hoje parte delas é arrendada para soja, criação de gado, né? E

parte deles deixaram pra reserva, né? [...]" (Trecho da entrevista concedida em 2023).

Observando os dados entre os anos de 1990 e 2015, as áreas de Formação Florestal tiveram menores percentuais de redução, e a expansão da Pastagem foi freada. Uma explicação para esse fenômeno pode ser que, nesses anos, o país avançou na criação de políticas e projetos ambientais, além da maior efetivação do Plano de Manejo da REBIO.

Segundo Sousa *et al.* (2023), um dos planos criados em 2003 para a Amazônia, o Plano Amazônia Sustentável (PAS), influenciou diretamente na redução das taxas de desmatamento na REBIO. Esse plano resultou de uma aliança entre o Presidente Lula e os governadores da região Norte, viabilizando políticas de desenvolvimento integrado e sustentável, que abordam os impactos ambientais e espaciais das instituições de áreas protegidas. Os autores também destacam o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM), criado em 2004 em resposta ao crescimento do desmatamento na Amazônia. Esse plano visa analisar a dinâmica do desmatamento e estabelecer estratégias para a criação de políticas estruturantes e emergenciais que auxiliem na redução do desmatamento na região. Além disso, mencionam o Programa de Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA), lançado em 2002 e executado no ano seguinte, que tem como objetivo proteger porções importantes do bioma amazônico, combinando a conservação da biodiversidade com a participação das comunidades locais. O ARPA tem como meta a ampliação do número de novas unidades de conservação nos estados da Amazônia.

Durante a entrevista com o *entrevistado A*, foi mencionada a importância do ARPA para o instituto, uma vez que os recursos do Governo Federal destinados para a sede não são suficientes para suprir as necessidades viáveis para a fiscalização da REBIO. O *entrevistado A* foi questionado sobre as questões jurídicas e financeiras envolvendo a reserva, e acrescentou:

“Olha, sendo honesta com vocês, se a gente fosse contar só com os recursos do governo, nada mudaria. Atualmente, a gente conta principalmente com recursos de países de fora, que é o programa ARPA. Não sei se vocês conhecem as áreas protegidas da Amazônia. É a nossa principal fonte de recursos aqui, atualmente, para que a gente consiga fazer alguma coisa. Sem isso, realmente contando com o Governo, estaria um caos. Então, sim, a gente conta muito com esse recurso. E isso aí, a gente percebe. Possui influência política e os grandes madeiros, grandes tratores se apoderam disso com certeza afetou (na redução da cobertura). Graças ao recurso recente nos últimos quatro anos, a gente estaria tudo sanado sem esse recurso que vem de fora de outros países. A gente consegue trabalhar aqui no Sul, trabalhar razoavelmente bem. Atualmente, nem todas as unidades são atendidas pelo programa, são os mais da Amazônia e nem todas tem o programa ARPA. Elas não são tão prioridade porque o dinheiro, eles atendem as que tem nenhum tipo de programa. Bom, dá fazer bastante coisa. Mas a gente solicita para eles com antecedência e eles atendem, mas a gente acaba cortando o programa, aparecendo a prioridade de destinar para quem não tem nenhuma [...]" (Trecho da entrevista concedida em 2023).

Como se verifica na fala do *entrevistado A*, a reserva biológica, apesar de desempenhar um papel fundamental do ponto de vista ecológico, enfrenta deficiências na assistência financeira, dependendo de auxílio externo para sua manutenção. Outro aspecto mencionado durante as entrevistas, que se acredita prejudicar diretamente a fiscalização da área, é a falta de colaboração dos órgãos ambientais estaduais e locais, que poderiam unir esforços em prol da conservação da reserva. Pelas declarações das representantes das Secretarias de Meio Ambiente (SEMAs) dos municípios que estão dentro da reserva, Centro Novo do Maranhão e São João do Carú, observa-se que a única interação que têm com a área protegida ocorre por meio de programas de educação ambiental nas escolas locais, mas que não alcança os assentamentos dentro da reserva, conforme afirmou o *entrevistado E*:

“[...] é bem mínima a nossa relação com a reserva. Até então a gente nem tinha tido muito conhecimento sobre a reserva. Aí a gente teve a palestra com o pessoal do ICMBIO e eles passaram o material pra que a gente entregue nas escolas e, assim, a partir desse, material começou a ter uma relação maior com a reserva, né? A gente começou a conhecer, mas, assim, o nosso...como posso dizer? A gente só fica mesmo na parte da questão da educação ambiental, a gente foi nas escolas, já apresentou e já entregou material de áudio e já pediu pra que falassem sobre essa reserva que nosso laço é mínimo!” (Trecho da entrevista concedida em 2023).

A representante da SEMA de Centro Novo do Maranhão, o *entrevistado F*, acrescentou sobre a relação do órgão estadual com a reserva:

“A gente tem somente um Plano de Educação Ambiental disponibilizado que a gente está atuando nas escolas. Dentro desse plano, está disponível pra gente tudo de como ser trabalhado, né? A gente quer que o professor passe o que é a reserva biológica e qual a importância dela, qual a fauna, qual a flora que a gente tem por aqui. Porque preservar? Qual a importância de preservar, né? De conservar essa reserva e como a gente pode atuar dessa forma dinâmica, né? A gente tem programa mais é voltado para a escola” (Trecho da entrevista concedida em 2023).

Contudo, entre 2015 e 2020, observou-se a introdução das classes de Outras lavouras temporárias e Silvicultura, tanto dentro da reserva quanto na zona de amortecimento, indicando uma nova tendência dentro da reserva, uma vez que áreas em Bom Jardim e Centro Novo do Maranhão já apresentam tais classes.

Segundo relatos os *entrevistados B e C*, as Lavouras Temporárias incluem cultivos de milho e arroz, que fazem parte da agricultura familiar dos assentamentos. Há também a presença de soja, mas essa cultura ainda é menos expressiva e não impacta diretamente as atividades dos

pequenos agricultores. A Silvicultura é uma das categorias que não encontramos dentro da REBIO, mas é encontrada em grandes extensões na borda. A **Figura 20** mostra uma extensão de terra destinada à soja (à direita) e lavoura temporária (à esquerda) localizadas na borda da REBIO do Gurupi.

Figura 20 - Registro da área de plantação de soja e lavoura temporária na borda da REBIO



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As relações entre as atividades humanas e a natureza remontam a tempos remotos. As transformações ocorreram de maneira gradual em vários pontos do planeta, acelerando-se com o advento da Revolução Industrial, a qual desencadeou diversos embates entre a sociedade e o ambiente. Essas mudanças se deram de forma exploratória pelos países desenvolvidos sobre os países em desenvolvimento, nos quais o Brasil foi alvo da colonização, refletindo-se na forma desigual de ocupação e utilização da terra.

A Amazônia brasileira foi subjugada pelos projetos econômicos, impactando diretamente na cobertura da terra. O suposto "desenvolvimento" do bioma, na verdade, constituiu-se em um desfalque ambiental, uma vez que a Amazônia possui relevância regional para a fauna e as populações nativas, mas tem sofrido com as atividades econômicas. A implantação de rodovias, além de modificar a paisagem, possibilitou a exploração da madeira em áreas legalmente protegidas, como a REBIO do Gurupi, que até meados da década de 80 era uma Reserva Florestal e, posteriormente, recebeu o título de Reserva Biológica de Uso Integral.

A REBIO do Gurupi constitui o último remanescente florestal do bioma amazônico no Maranhão, representando 25% da floresta conservada. Entretanto, tem sido impactada por projetos de desenvolvimento e ocupação na porção oeste maranhense. Com os resultados desta pesquisa, infere-se que a exploração madeireira, a instalação de fazendas e os assentamentos são alguns dos fatores que contribuíram para a redução da cobertura florestal.

Os dados quantitativos revelaram que a Formação Florestal foi reduzida de 1985 até os anos 2015, enquanto a Pastagem mostrou-se significativa em todos os anos na REBIO. Também foi observado um aumento nas queimadas após 2010, atribuído às atividades humanas e a distúrbios naturais atmosféricos. A Pastagem, identificada pelo MAPBIOMAS, na realidade, engloba não apenas a criação de gado, mas também mosaicos de agriculturas e assentamentos – estes, concentrados ao sul da reserva, formando um conjunto complexo de relações entre assentados e instituições de reforma agrária e órgãos ambientais.

Durante a redução da cobertura florestal, as áreas de floresta regeneradas desempenharam um papel primordial na captação de carbono na atmosfera, enquanto grandes áreas das classes desmatadas e queimadas auxiliaram para a emissão de carbono, onde os anos de 2015 a 2020 foram o único período com remoções positivas e emissões negativas.

Os relatos dos entrevistados contribuíram para evidenciar a complexidade dos

números, levando à conclusão de que a REBIO do Gurupi não pode ser vista apenas como um elemento espacial isolado, mas sim como um conjunto de diversidade ambiental e social que requer maior intervenção para garantir a preservação da natureza e o bem-estar das famílias residentes. Percebeu-se que, após os anos de 2010, a área tem se recuperado gradualmente, no entanto, ainda carece de esforços locais para protegê-la. Todos os objetivos propostos foram alcançados, visando retratar a área de estudo, que é uma referência dentro do Centro de Endemismo Belém e um dos últimos remanescentes florestais conservados da Amazônia Maranhense.

REFERÊNCIAS

- ALVES LEÃO, Paulo Henrique Leão *et al.* Influência da recorrência do fogo no estoque de biomassa do Maranhão. In: **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2023, Florianópolis. Anais eletrônicos. São José dos Campos, INPE, 2023. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/influencia-da-recorrencia-do-fogo-no-estoque-de-biomassa-do-maranhao?lang=pt-br>>. Acesso em: 28 de jul. 2023.
- ALVES, Daniel Borini; ALVARADO, Swanni Tatiana. Variação espaço- temporal da ocorrência do fogo nos biomas brasileiros com base na análise de produtos de sensoriamento remoto. **Geografia**, v. 44, n. 2, p. 321-345, 2019.
- ANTUNES, João Francisco Gonçalves *et al.* Análise das mudanças do uso e cobertura da Terra no estado de mato grosso por meio do geoportal terraclass. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE, Santos-SP, 2019.
- ARAGÃO, Luiz EOC *et al.* 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, v. 9, n. 1, pág. 1-12, 2018.
- ARGENTA, Andresa Brambatti. **Comércio ilegal de madeira: uma análise da regulamentação criada pela União Europeia para as importações**, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufrpe.br/xmlui/bitstream/handle/11338/8604/TCC%20Andresa%20Brambatti%20Argenta.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 11 de mar. 2023.
- AZEVEDO, Julia. Sequestro de carbono: o que é e como ocorre - **Revista eCycle**. 2022. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/sequestro-de-carbono/>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- BALDIN, Rafael. Sobre o conceito de paisagem geográfica. **Paisagem e Ambiente**, v. 32, n. 47, 2021.
- BARROS, Rosangela Alves; BARBOSA, Ronaldo dos Santos. Unidades de conservação: um estudo sobre os impactos ambientais resultantes da extração de madeira na reserva biológica do Gurupi-MA. **Inter Espaço, Grajaú**, v. 1, n. 2, p. 270-292, dez. 2015. Semestral. Disponível em: <<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/4043>>. Acesso em: 28 de set. 2020.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega -O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, 2004.
- BESSA, Daniela de Moraes *et al.* **Ciclo do carbono na floresta amazônica: percepções ambientais de moradores da Reserva Extrativista do Baixo Juruá, Amazônia Ocidental, Brasil**, 2019.
- BRASIL, **Decreto nº 95.614, de 11 de janeiro de 1988**. Cria a Reserva Biológica do Gurupi e dá outras providências, 1988. Disponível em: Gurupi e dá outras providências, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D95614.htm>. Acesso em: 08 de fev. 2021.

BRASIL. **Estimativas Anuais Das Emissões de Gases de Efeito Estufa No Brasil**. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações: Brasília, 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza – SNUC: 3. ed. aum. Brasília: MMA/SBF, 2003.52p.

BRASIL. **Mosaico Gurupi aciona Conselho para tratar da lei de zoneamento**. Agência Museu Goeldi [S. l], 2020. Disponível em: <<https://www.museu-goeldi.br/noticias/mosaico-gurupi-aciona-conselho-para-tratar-da-lei-de-zoneamento>>. Acesso em: 20 de jan. 2021.

BRASIL. Presidência da República Casa Civil. **Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112114.htm>. Acesso em: 1 de abr. 2023.

BRITTO, Monique Cristine de; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. Paisagem e as diferentes abordagens geográficas. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 1, n. 2, 2011.

CABRAL, Gustavo César Machado. Os senhorios na América Portuguesa: o sistema de capitâneas hereditárias e a prática da jurisdição senhorial (séculos XVI a XVIII). **Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas**, v. 52, n. 1, pág. 65-86, 2015.

CAMARA, Inara; MOSCARELLI, Fernanda. Análise da paisagem e percepção pelos usuários do Parque da Gare, RS. GOT: **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 16, p. 29, 2019.

CARVALHO, Izadora Santos de *et al.* Classificação da vegetação do Parque Nacional da Chapada das mesas, Maranhão, usando obia, machine learning e softwares livres. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Santos: INPE, 2019.

CARVALHO, Raquel; MARQUES, Teresa. A evolução do conceito de paisagem cultural. GOT: **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 16, p. 81, 2019.

CELENTANO, Danielle *et al.* Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. **Land use policy**, v. 68, p. 692-698, 2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, 2011. **Relatório diagnóstico do município de Centro Novo do Maranhão**. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15440/1/rel-centro_novo_ma.pdf>. Acesso em: 15 de jan. de 2021.

CONGALTON, R.G.; GREEN, K. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. Nova York, **Boca Raton: Lewis Publishers**, 137 p., 1999.

CORDEIRO, Leonardo Corrêa *et al.* Análise temporal da ocorrência de focos de calor e uso e cobertura do solo no município de Marabá, Pará, Brasil. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 1, pág. e49011125198-e49011125198, 2022.

COSTA, Allana Pereira. Pressões de uso da terra no bioma amazônico maranhense. 2022.

Dissertação (Mestrado em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço) - Universidade Estadual do Maranhão.

COSTA, Otávio. Memória e Paisagem: em busca do simbólico dos lugares. **Espaço e cultura**, p. 149-156, 2008.

DE OLIVEIRA HESSEL, Fabiana; LISBOA, Evane Alves. Mapa do estado de conservação da Reserva Biológica do Gurupi: identificação das áreas conservadas e das áreas antropizadas. Rio Grande do Sul - Brasil. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, v. 25, 2015.

DOS SANTOS, Alex Mota; NUNES, Fabrizia Gioppo. Mapeamento de cobertura e do uso da terra: críticas e autocríticas a partir de um estudo de caso na Amazônia brasileira. **Geosul**, v. 36, n. 78, p. 476-495, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. 2016. “**Land Cover Classification System**”. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/x0596e/x0596e00.htm>>. Acesso em: 03 de mai. 2023.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Míni Aurélio**: O dicionário da língua portuguesa, 2023.

FILGUEIRA, ANDRESSA PERES; SANTANA, ROMULO RENATO CRUZ. Incêndio Florestal, Queima Controlada e seus prejuízos. **Revista a Fortiori**, v. 2, n. 2, 2021.

FILHO, A. O. S.; RAMOS, J. M.; OLIVEIRA, K.; NASCIMENTO., T. N. A evolução do código florestal brasileiro. **Caderno de Graduação - Ciências Humanas e Sociais - UNIT - SERGIPE**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 271–290, 2015.

FILHO, Pedro Paulo Pinto Maia. **Geografia e cinema**: entre a representação e a experiência da paisagem (Artigo). São Paulo: XIII ENANPEGE, 2019, p. 1-15.

FONSECA, Rossane Keile Sales *et al.* **Queimadas na Amazônia 2020**: Um estudo sobre as causas e consequências em longo prazo Dissertação de Mestrado. 2021.

FÖRSTER, Frank *et al.* **What is Landscape? Towards a common concept within an interdisciplinary research environment**. 2012. Disponível em: <<https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/fub188/18523/1/169.pdf>>. Acesso em: 28 de abr.de 2022.

GABARDO, Gislaine; SARZEDAS, Carolina Galvão; SILVA, Henrique Luis da. **Queimadas na Amazônia brasileira**: Brasil em chamas. A educação ambiental em uma perspectiva interdisciplinar. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.org/articles/200800872.pdf>>. Acesso em, v. 4, 2021.

GAMA, Luana Helena Oliveira Monteiro *et al.* Modelagem ambiental e uso da inteligência artificial para prognóstico de desmatamento: o caso da Rebio do Gurupi-MA. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 2, pág. e13810211609-e13810211609, 2021.

GATTI, Luciana V. *et al.* Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. **Nature**, v. 595, n. 7867, p. 388-393, 2021.

GOUVELLO, C; SOARES-FILHO, Britaldo S.; NASSAR, A. Estudo de Baixo Carbono para o Brasil - Uso da Terra, **Mudanças do uso da terra e florestas**, 2010.

HESSEL, Fabiana de Oliveira; LISBOA, Evane Alves. Mapa do estado de conservação da Reserva Biológica do Gurupi: identificação das áreas conservadas e das áreas antropizadas. Rio Grande do Sul - Brasil. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, v. 25, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2022 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 154 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2020. **Centro Novo do Maranhão**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/centro-novo-do-maranhao>>. Acesso em 15 de jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE atualiza limites de municípios no mapa da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/30958-ibge-atualiza-limites-de-municipios-no-mapa-da-amazonia-legal>>. Acesso em: 12 de jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **São João do Carú** – IBGE Cidades, 2009. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-joao-do-caru/panorama>>. Acesso em: 12 de fev. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Unidades de conservação. Portal Brasileiro de dados abertos**, 2021. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dataset/unidadesdeconservacao>>. Acesso em: 07 de ago. 2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **REBIO do Gurupi**, 2020. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1998-rebio-do-gurupi>>. Acesso em 10 de fev. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Programa Queimadas**, 2023. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/deter/pdfs/relatoriomonitoramento.pdf>>. Acesso em: 13 de mai. 2023.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL - ISA. **Awá-Guajá**. 2023. Disponível em: <<https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/tags/awa-guaja>>. Acesso em: 12 de jun. 2023.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL - ISA. **Terra indígena Caru** - Terras Indígenas no Brasil. Disponível em: <<https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3645>>. Acesso em: 12 de jun. 2023.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – ISA. **Terra indígena Alto Turiaçu**. 2023. Disponível em: <<https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/tags/terra-indigena-alto-turiacu>>. Acesso

em: 12 de jun. 2023.

JUNIOR, Raymond Nonato Piedade *et al.* **Dinâmica dos incêndios florestais sobre os tipos de uso e cobertura da Terra na Floresta Amazônica do estado do Maranhão**, Brasil. Sete Editora, 2023.

JURAS, Ilidia da Ascensão Garrido Martins. **Legislação brasileira sobre mudança do clima**, 2010. Localização: Norma técnica. Disponível em: <<https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/legislacao%20juras.pdf>>. Acesso em: 5 de abr. 2023.

LAMBIN, Eric F.; MEYFROIDT, Patrick. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. **Land Use policy**, v. 27, n. 2, p. 108-118, 2010.

LEGROS, Jean Paul. Analyse du paysage. **Montpellier: Académie des Sciences et Lettres de Montpellier**, v. 48, 2017.

LOPES, José. A. V. *et al.* **Fronteiras Econômicas e Transformações Territoriais: formação de espaços e suas dinâmicas sociopolíticas no estado do Maranhão**. In: BURNETT, Frederico Lago, LOPES, José Antonio Viana, DIAS, Luiz Jorge (Orgs). Território, Política e Economia do Maranhão: quatro séculos de ocupação territorial produtiva sob um novo e desafiador processo de desenvolvimento. São Luís: EDUEMA, 2017.

LOUREIRO, Renan Xavier Nascimento. **Gurupi**. 2019. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/gurupi>>. Acesso em: 12 de jun. 2023.

MAPBIOMAS, **O projeto**, 2023. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

MAPBIOMAS. **Coleções MapBiomas**, 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 27 de dez. 2021.

MAPBIOMAS. **Relatório anual de desmatamento 2021** - São Paulo, Brasil: MapBiomas, 2022, 126 p. Disponível em: <<http://alerta.mapbiomas.org>>. Acesso em 06 de set. 2022.

MARANHÃO. **REDD+** | Maranhão Parcerias. 2016. Disponível em: <<https://mapa.ma.gov.br/programas-ou-campanhas/redd-mais-mapa>>. Acesso em: 11 de jun. 2023.

MAURANO, Luis Eduardo Pinheiro; ESCADA, Maria Isabel Sobral; RENNO, Camilo Daleles. Padrões espaciais de desmatamento e a estimativa da exatidão dos mapas do PRODES para Amazônia Legal Brasileira. **Ciência florestal**, v. 29, p. 1763-1775, 2019.

MELLO, Natália Girão Rodrigues de; ARTAXO, Paulo. Evolução do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, p. 108-129, 2017.

MESQUITA, Beto; COUTINHO, Bruno, NAMIKAWA, Ivone; PEREIRA, Marcelo;

ARMELIN, Mauro; Dias, Tulio. **Diálogo do Uso do Solo - Centro de Endemismo Belém (CEB) Resumo dos Co-Líderes**, 2019. Disponível em: <https://dialogoflorestal.org.br/wpcontent/uploads/2020/03/Cochairs_Summary_Final_PT.pdf>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Amazônia**, 2016. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia>>. Acesso em: 14 de mar. 2021

MIRANDA, Magda Valéria Corrêa *et al.* Análise temporal das alterações na cobertura florestal na REBIO do Gurupi (Maranhão) utilizando dados do DETER– B de 2012 a 2015. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto– SBSR**. INPE, 2017.

MONTALVÃO, Maria Tereza Leite. **Deteção de extração seletiva de madeiras na Amazônia usando dados de RADAR**. 2019.

MORETTI, Mariana Soares. **Extração seletiva e produção de madeira nativa no estado de Mato Grosso**. 2018.

MOTTA, Adilson. **História e geografia bonjardinense**. 2011. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/historia-e-geografia-bonjardinense/73435>>. Acesso em: 12 de jun. 2023.

MOTTA, Adilson. **São João do Caru: um pequeno capítulo de sua história**. 2012. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/sao-joao-do-caru-um-pequeno-capitulo-de-sua-historia/98724>>. Acesso em: 12 de jun. 2023.

MOURA, W. C. de *et al.* A Reserva Biológica do Gurupi como instrumento de conservação da natureza na Amazônia Oriental. In MARTINS, M. B. OLIVEIRA, T. G. de. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: MPEG, 2011. 328 p.: il.

NETO, R. A. (2022). A luta pela terra no maranhão contemporâneo: a “Lei Sarney de terras” e a resistência camponesa. **Entropia**, 5(9), 147–164. Disponível em: <<https://www.entropia.slg.br/index.php/entropia/article/view/332>>. Acesso em: 03 de abr. 2023.

NOAA. National ocean Service. **What is the difference between land cover and land use**, 2023. Disponível em: <<https://oceanservice.noaa.gov/facts/lclu.html>>. Acesso em: 11 mai. 2023.

NOBRE, Carlos A.; NOBRE, Antônio D. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. **Estudos avançados**, v. 16, p. 81-90, 2002.

OLIVEIRA, Fabrícia Brenda de; MARQUE, Robson de Abreu; CANDOTTI, Calvin da Silva; DUARTE, Eduardo Baudson. **Geotecnologias e suas aplicações**, v.1., Espírito Santo: CAUFES, 2018.

PEREIRA, F. da S.; VIEIRA, IC. G. Transformação antrópica na bacia do rio Gurupi, Amazônia oriental. **Sustentabilidade em Debate**, [S. l.], v. 10, n. 3, pág. 212–235, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/23799>>. Acesso em: 10 de dez. 2021.

POULLAOUÉC, Philippe Gonidec; DOMON, Gérald ; PAQUETTE, Sylvain. Paysages em perspective. Nouvelle édition [en ligne]. **Montréal: Presses de l'Université de Montréal**, 2005.

QUEIROZ, Túlio Barroso *et al.* Avaliação do desempenho da classificação do uso e cobertura da Terra a partir de imagens Landsat 8 e Rapideye na região central do Rio Grande do Sul. **Geociências**, 2017.

REŹZIŃSKA, Katarzyna; SZULCZEWSKA, Barbara; WOLSKI, Przemysław. The landscape thresholds analysis as an integrated approach to landscape interpretation for planning purposes. **Land Use Policy**, v. 119, p. 106141, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837722001685>>. Acesso em: 28 de abr. de 2022.

REGASA, Motuma Shiferaw; NONES, Michael; ADEBA, Dereje. A review on land use and land cover change in Ethiopian basins. **Land**, v. 10, n. 6, p. 585, 2021.

RIBEIRO, Luiz Cesar de Queiroz *et al.* (org.). **Metrópole e Pandemia: presente e futuro**. [S. l.]: Rio de Janeiro, 2022. 412 p. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetrolopes.net.br/wpcontent/uploads/2022/10/Miolo_As-Metrolopes-e-a-pandemia.pdf>. Acesso em: 10 de mai. 2023.

RODRIGUES, Maisa Isabela *et al.* Concessão florestal na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 1299-1308, 2020.

ROSAN, T. M. **Estimativa de emissões de CO2 por desmatamento e degradação florestal utilizada como subsídio para definição de municípios prioritários para monitoramento e controle**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE: São José dos Campos SP, Brasil, 2017.

SALGADO, Cristiane Batista. **Emprego de séries temporais na Amazônia: análise de imagens MODIS e RADAR para mapeamento de uso e ocupação do solo no Estado do Acre**, 2019.

SANTOS, Alexandre Eduardo. Do Surgimento da Cidade ao Processo Deconurbação: Elementos Teóricos Para Análise. In: **Anais do VII Congresso Brasileiro de Geógrafos**. 2014.

SANTOS, Anne Caroline Santos dos. **Axixá: dos primórdios à emancipação**. 2015. 58 p. Monografia — UFMA, São Luís, 2015.

SANTOS, Éder Pereira dos; PIROLI, Edson Luís. **Deteccão de mudanças no uso e cobertura da Terra utilizando Modelador de Mudança de Terra: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Rebojo, Pontal do Paranapanema, SP, Brasil**. 2015.

SANTOS, Jessflan Rafael Nascimento *et al.* Tendências de extremos climáticos na região de transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo/razão e emoção**. São Paulo: EDUSP, 2004 – p. 29-48.

SANTOS, Thiago Oliveira *et al.* Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 11, n. 2, p. 157-181, 2017.

SATPALDA SEYAM, Md Mahadi Hasan; HAQUE, Md Rashedul; RAHMAN, Md Mostafizur. **Identifying the land use land cover (LULC) changes using remote sensing and GIS approach: A case study at Bhaluka in Mymensingh, Bangladesh**. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, p. 100293, 2023.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **O Espaço Geográfico em Análise**, v. 7, 2003.

SILVA - JUNIOR, Celso H. L. Dinâmica do fogo em bordas florestais no sul da bacia Amazônica. [**Dissertação**]. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2018.

SILVA, L. da; SEQUINATTO, L.; ALMEIDA, J. A. de; BORTOLINI, D. Methods for quantifying shrinkage in Latossolos (Ferralsols) and Nitossolos (Nitisols) in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/kKFhzfsFkX6XvcwqNhzBkLw/>>. Acesso em: 15 de dez. 2017.

SILVA, Rivaldo Rodrigues da. **São João do Carú - O MARÁ**. 2020. Disponível em: <<https://omara.com.br/2020/05/29/sao-joao-do-caru/>>. Acesso em: 12 de jun. 2023.

SILVA, Wagner Ribeiro da *et al.* Ferns and lycophytes of remnants in Amazônia Maranhense, Brazil. **Biota Neotropica [online]**. 2020, v. 20, n. 3. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-0972>>. Acesso em: 15 de jan. 2021.

SILVA-JUNIOR, Celso HL *et al.* Brazilian Amazon indigenous territories under deforestation pressure. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 5851, 2023.

SILVA-JUNIOR, Celso HL *et al.* Forest Fragmentation and Fires in the Eastern Brazilian Amazon–Maranhão State, Brazil. **Fire**, v. 5, n. 3, p. 77, 2022.

SILVA-JUNIOR, Celso HL Silva *et al.* Amazon forest on the edge of collapse in the Maranhão State, Brazil. **Land Use Policy**, v. 97, p. 104806, 2020.

SODRÉ, Ronaldo Barros; SAMPAIO, José de Mattos Júnior. **Contradições e possibilidades nos conflitos por terra: o caso do maranhão**. ENANPEGE, p. 1-11, 2017.

SOUSA, Marcos Vinicius Lima de *et al.* **Diretrizes ambientais para a criação de políticas públicas em áreas protegidas: uma análise temporal das legislações que monitoram a Reserva Biológica do Gurupi (MA) in: Terra: objetivos do desenvolvimento sustentável no mundo pandêmico**. Minas Gerais: Editora Barlavento, 2023. 1310 p.

SOUSA, Marcos Vinicius Lima de *et al.* Importance of Protected Areas by Brazilian States to Reduce Deforestation in the Amazon. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v.

12, n. 5, p. 190, 2023.

SOUZA JR, Carlos M. *et al.* Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.

SOUZA, Juciana da Conceição Birino de *et al.* Mudança de uso e cobertura da Terra na região de planejamento do Baixo Munim (Maranhão) entre os anos de 1985 e 2019. **Caderno de Geografia**, v. 33, n. 72, 2023.

SOUZA, Juciana da Conceição Birino de. **Análise multitemporal das mudanças de uso e cobertura da Terra na Reserva Biológica do Gurupi (MA) entre os anos de 1985 a 2019.** Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2021, p. 1-98.

SOUZA, Valéria Nogueira de. Aplicações de sistemas de informação geográfica (SIG) ao meio rural. 2015. 33 f. **Monografia** (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

SPOSITO, E. S. Minicurso: **Geografia e Filosofia: o método e ensino do pensamento geográfico.** 2004. (Apresentação de Trabalho/Outra).

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão *et al.* **Capitalismo e urbanização**, 1988.

SUNDSTROM, A. **Unsterstanding illegality and corruption in forest governance.** **Journal of Environmental Management**, v. 181, p. 779-790, 2016.

TROVÃO, José. R. **O processo de ocupação do território maranhense.** São Luís: Imesc, 2ª ed., 2016.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO BRASIL (UCB). **Reserva Biológica do Gurupi, 2020.** Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/618>>. Acesso em 10 de fev. de 2021.

VALI, Ava; COMAI, Sara; MATTEUCCI, Matteo. Deep learning for land use and land cover classification based on hyperspectral and multispectral earth observation data: A review. **Remote Sensing**, v. 12, n. 15, p. 2495, 2020.

VIEIRA, E. F. O tempo-espaço: ficção, teoria e sociedade. **Caderno EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v.1 n.1, p. 1 –7, ago. 2003.

WEIBLE, Christopher M.; PATTISON, Andrew; SABATIER, Paul A. Harnessing expert-based information for learning and the sustainable management of complex sócioecological systems. **Environmental science & policy**, v. 13, n. 6, p. 522-534, 2010.

WHITE, Benjamin Leonardo Alves; WHITE, Larissa Alves Secundo. Queimadas controladas e incêndios florestais no Estado de Sergipe, Brasil, entre 1999 e 2015. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 561-570, 2016.

ZANATTO, Vinícius Galvão; ROSA, Patrícia Carvalho. Conflitos socioambientais em áreas

protegidas: disputas territoriais nas reservas de desenvolvimento sustentável Amirauá e Amanã-AM. INTERthesis: **Revista Internacional Interdisciplinar**, n. 17, p. 1-18, 2020.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO - ZEE - MA **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão - etapa bioma amazônico**, 2019. Disponível em:
<<http://www.zee.ma.gov.br/src/upload/docs/sumarioexecutivocompletobioma.pdf>>.
Acesso em: 15 de nov. 2020.

APÊNDICE A - ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA REALIZADA DURANTE A VISITA NA SEDE DO ICMBIO EM AÇAILÂNDIA

PERGUNTAS
Como é realizado o monitoramento da REBIO pelo ICMBIO?
Quem vive dentro da reserva?
Quais são os principais conflitos socioambientais tem sido presente ao longo dos últimos 30 anos? Como eles se dão espacialmente? Como começou?
Quais são as ações que o ICMBIO combate para enfrentar a acelerada expansão antrópica para dentro da reserva?
Quais as principais espécies nativas presentes dentro da reserva e como elas tem resistido a fragmentação?
Como é configurada a população que envolve os municípios da reserva? Quais são suas principais atividades ligadas a ela?
Existe algum conflito agrário de posse entre as comunidades?
Com a intensa exploração da madeira, quem são as pessoas que exploram esse recurso e para onde é destinado?
Sobre as queimadas, qual é a ocorrência e quais práticas são destinadas? Que período são mais evidentes? Já houve ou ocorre incêndios?
Sobre as queimadas, qual é a ocorrência e quais práticas são destinadas? Que período são mais evidentes? Já houve ou ocorre incêndios?
Sobre as queimadas, qual é a ocorrência e quais práticas são destinadas? Que período são mais evidentes? Já houve ou ocorre incêndios?
Qual a relação desses conflitos com as populações em volta?
Como tem sido a relação dos posseiros, comunidades tradicionais e instituições sobre a questão da reserva?
Como as comunidades indígenas se relacionam com a reserva? Quais suas contribuições?
Como tem sido a discussão sobre a nova institucionalização da reserva, uma vez que muitas pessoas acreditam que ela já perdeu sua função de REBIO e caia em outra categoria? Caso isso ocorra, quais os prós e contras?
Como tem sido as discussões para a criação do mosaico Gurupi? As populações apoiam e participam das discussões?
Como tem sido a relação das outras esferas governamentais com a reserva? Há alguma participação de estados e municípios?

APÊNDICE B - ROTEIRO DA ENTREVISTA REALIZADA COM ASSENTADOS

PERGUNTAS
1 – Quando o assentamento surgiu?
2 – De onde vieram as pessoas que migraram para a região?
3 – Qual a atual situação fundiária do assentamento?
4 – Quais os conflitos existentes entre assentados e órgãos ambientais?
5 – Quando souberam que moravam dentro de uma área protegida?
6 – Há outra forma de ocupação dentro da reserva?
7 – Qual o perfil econômico dos assentados?
8 – Quais atividades realizadas dentro da reserva pelos assentados?
9 – Como é realizada a atividade ligada ao fogo pelos assentados?
10 – Como se dá o diálogo entre os órgãos de regulação fundiária e o ICMBIO?

ANEXO A – DOCUMENTO DE SOLICITAÇÃO DE ENTRADA NA RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI EMITIDO NO PORTAL DO SISBIO.



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 87752-1	Data da Emissão: 31/03/2023 14:34:05	Data da Revalidação*: 31/03/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: JUCIANA DA CONCEICAO BIRIHO DE SOUZA	CPF: 611.995.873-89
Título do Projeto: Visita de campo na Reserva Biológica do Gurupi (MA)	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO	CNPJ: 06.352.421/0001-88

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Validação de uso e cobertura	04/2023	01/2024

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	SILAS NOGUEIRA DE MELO	Validação de uso e cobertura da terra	369.115.758-00	Brasileira
2	LINDON FONSECA MATIAS	Validação de uso e cobertura da terra	069.212.428-46	Brasileira
3	FABRICIO SOUSA DA SILVA	Validação de uso e cobertura da terra	011.373.993-17	Brasileira
4	JOHN CHRISTOPHER BROWN	Validação de uso e cobertura da terra	213.310.088-16	Brasileira

Observações e ressalvas

1	Deve-se observar as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
2	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação de legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à discussão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/ctgnet .
8	O titular de licença ou autorização e os membros de sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0877520120230331

Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 87752-1	Data de Emissão: 31/03/2023 14:34:05	Data da Revalidação*: 31/03/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: JUCIANA DA CONCEICAO BIRINO DE SOUZA	CPF: 611.995.873-69
Título do Projeto: Visita de campo na Reserva Biológica do Gurupi (MA)	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO	CNPJ: 06.352.421/0001-68

Observações e ressalvas

9	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anulações previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites da unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	REBIO do Gurupi
---	-----------------

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Reserva Biológica do Gurupi	PA	Amazônia	Não	Dentro de UC Federal

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Pesquisa socioambiental em UC federal	Dentro de UC Federal
2	Levantamento de dados abióticos em UC federal	Dentro de UC Federal

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0877520120230331

Página 2/3

ANEXO B - TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE DOS ENTREVISTADOS



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Este é um convite para você participar da pesquisa da dissertação de mestrado de Juciana da Conceição Birino de Souza, desenvolvida pelo Programa de Pós-graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço – PPGeo da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, situado no Campus Paulo VI, na cidade de São Luís (MA). Esta pesquisa pretende analisar as distribuições espaciais dos tipos de uso e cobertura da terra entre os anos de 1985 a 2020 na Reserva Biológica do Gurupi - REBIO, reconstruir dos dados de áreas de queimadas disponíveis no MAPBIOMAS Fogo, a incidência do fogo nos últimos 35 anos na REBIO e analisar o balanço de carbono entre áreas de regeneração, desmatamento e queimadas tanto dentro da REBIO quanto do limite imposto pela zona de amortecimento contida no Plano de Manejo da reserva.

Caso decida participar, você irá responder um questionário com perguntas abertas e fechadas, que posteriormente será transcrita para análise (**Anexo I**). Se autorizado, haverá registros fotográficos e gravações de áudios, que servirão de apoio para a pesquisa. Todos os dados serão trabalhados dentro do texto dissertativo da pesquisadora responsável e disponibilizado no Banco de Dissertações do Programa de Pós-graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço - PPGeo/UEMA (<https://www.ppgeo.uma.br/category/dissertacoes/>), sempre respeitando a integridade do entrevistado.

Atento a questão de não gerar quaisquer riscos físicos ou morais do (a) entrevistado (a), a pesquisa será descrita com o máximo de cuidados, garantindo a individualidade e liberdade para não responder quaisquer perguntas que sentir desconfortável. Entende-se que ao participar desta pesquisa, o (a) voluntário (a) não terá nenhum benefício material e de remuneração, assim como nenhuma despesa. Você também tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você, assim como pedir vistas da dissertação antes da divulgação/publicação de seus resultados para sugerir alterações de afirmações.

Como benefícios da pesquisa, você irá contribuir para a construção do conhecimento da pesquisadora, uma vez que as perguntas têm como o objetivo compreender a complexidade existente dentro da reserva e as comunidades contidas nela. Dessa maneira, a participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os procedimentos adotados obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº 510/2016 do Conselho



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



Nacional de Saúde.

Agradeço sua participação e me coloco à disposição para maiores esclarecimentos através do e-mail: jucianasouza16@gmail.com ou pelo telefone do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo): (98) 20168160.

Consentimento Livre e Esclarecido do entrevistado

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar desta pesquisa, e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas no Banco de Dissertações da PPGeo/UEMA. Diante das informações acima expostas, declaro que fui orientado (a) quanto ao teor da pesquisa e após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado/a, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais me foi entregue.

São Luis/MA, 04 de abril de 2023.

Assinatura do/a participante da pesquisa

Juciana da Conceição Barros de Souza

Assinatura do pesquisador responsável

Suzanni T. Alvarado R.

Assinatura do pesquisador Orientador (a)



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



ANEXO I - ROTEIRO DA ENTREVISTA

1. Como é realizado o monitoramento da REBIO pelo ICMBIO?
2. Quem vive dentro da reserva?
3. Quais são os principais conflitos socioambientais tem sido presente ao longo dos últimos 30 anos? Como eles se dão espacialmente? Como começou?
4. Quais são as ações que o ICMBIO combate para enfrentar a acelerada expansão antrópica para dentro da reserva?
5. Quais as principais espécies nativas presentes dentro da reserva e como elas tem resistido a fragmentação?
6. Como é configurada a população que envolve os municípios da reserva? Quais são suas principais atividades ligadas a ela?
7. Existe algum conflito agrário de posse entre as comunidades?
8. Com a intensa exploração da madeira, quem são as pessoas que exploram esse recurso e para onde é destinado?
9. Sobre as queimadas, qual é a ocorrência e quais práticas são destinadas? Que período são mais evidentes? Já houve ou ocorre incêndios?
10. Sobre as queimadas, qual é a ocorrência e quais práticas são destinadas? Que período são mais evidentes? Já houve ou ocorre incêndios?
11. Sobre as queimadas, qual é a ocorrência e quais práticas são destinadas? Que período são mais evidentes? Já houve ou ocorre incêndios?
12. Qual a relação desses conflitos com as populações em volta?
13. Como tem sido a relação dos posseiros, comunidades tradicionais e instituições sobre a questão da reserva?
14. Como as comunidades indígenas se relacionam com a reserva? Quais suas contribuições?
15. Como tem sido a discussão sobre a nova institucionalização da reserva, uma vez que muitas pessoas acreditam que ela já perdeu sua função de REBIO e caia em outra categoria? Caso isso ocorra, quais os prós e contras?
16. Como tem sido as discussões para a criação do mosaico Gurupi? As populações apoiam e participam das discussões?
17. Como tem sido a relação das outras esferas governamentais com a reserva? Há alguma participação de estados e municípios?



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



ANEXO I - ROTEIRO DA ENTREVISTA

- 1 – Quando o assentamento surgiu?
- 2 – De onde vieram as pessoas que migraram para a região?
- 3 – Qual a atual situação fundiária do assentamento?
- 4 – Quais os conflitos existentes entre assentados e órgãos ambientais?
- 5 – Quando souberam que moravam dentro de uma área protegida?
- 6 – Há outra forma de ocupação dentro da reserva?
- 7 – Qual o perfil econômico dos assentados?
- 8 – Quais atividades realizadas dentro da reserva pelos assentados?
- 9 – Como é realizada a atividade ligada ao fogo pelos assentados?
- 10 – Como se dá o diálogo entre os órgãos de regulação fundiária e o ICMBIO?