



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS- CECEN  
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA E GEOGRAFIA  
CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DAS MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA  
TERRA NA RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI (MA) ENTRE OS ANOS DE 1985  
A 2019**

São Luís (MA)

2021

**JUCIANA DA CONCEIÇÃO BIRINO DE SOUZA**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DAS MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA  
TERRA NA RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI (MA) ENTRE OS ANOS DE 1985  
A 2019**

Monografia apresentada ao Centro de Educação,  
Ciências Exatas e Naturais - CECEN como exigência  
para colação de grau do curso de graduação em Geografia  
Bacharelado, da Universidade Estadual do Maranhão.

**Orientador (a):** Profa. Dra. Swanni Tatiana Alvarado  
Romero.

São Luís (MA)

2021

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 / Juciana da Conceição Birino de Souza. – São Luís, 2022.

97f.

Monografia (Graduação) – Curso de Geografia Bacharelado, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientador: Profa. Dra. Swanni Tatiana Alvarado Romero.

1.Paisagem. 2.Transformação. 3. Usos e cobertura da terra. 4.Áreas protegidas. I.Título.

CDU: 504.61"1985/2019"(812.1)

Elaborado por Giselle Frazão Tavares - CRB 13/665

**JUCIANA DA CONCEIÇÃO BIRINO DE SOUZA**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DOS TIPOS DE USO E  
COBERTURA DA TERRA NA RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI (MA) ENTRE  
OS ANOS DE 1985 A 2019**

Monografia apresentada ao Centro de Educação,  
Ciências Exatas e Naturais - CECEN como exigência  
para colação de grau do curso de graduação em Geografia  
Bacharelado, da Universidade Estadual do Maranhão.

**Orientador (a):** Profa. Dra. Swanni Tatiana Alvarado  
Romero.

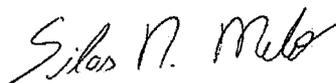
Aprovado em: 17 de Dezembro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**



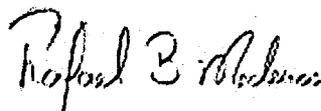
---

Profª. Dra. Swanni Tatiana Alvarado Romero (Orientadora)



---

Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo (Avaliador 1)



---

Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros (Avaliador 2)

Dedico àqueles que caminharam comigo até aqui: em especial, minha mãezinha e minha vózinha.

## AGRADECIMENTOS

Fechar este ciclo tão importante para a minha vida e de meus familiares, só foi possível graças a Força Divina que, durante toda minha trajetória estudantil, me carregou em Seu Sagrado Colo de Pai e trilhou meu caminho, cruzando com pessoas que me incentivaram a ir tão longe. Para quem é de uma classe social menos favorecida economicamente, a Fé, esforços e determinação são chaves fundamentais durante a conclusão desta e de futuras missões.

Quero dedicar e agradecer pela finalização deste trabalho à minha mãezinha Caciana e minha avó Lucinete, as quais me apoiaram, lutaram com e por mim, sendo as pessoas pelas quais me inspiro e crio forças de seguir adiante. Agradeço imensamente por terem orado por mim e por existirem em minha passageira e linda vida!

Agradeço à minha irmã Mariana e a minha prima Luciana por terem sido minhas companhias ao longo dos primeiros anos da escola e terem ajudado com os trabalhos escolares e universitários. Além delas, a minha madrinha Lucia e aos meus tios, por terem ajudado a minha mãe na minha educação, dando todo apoio material, conselhos e vibrarem conosco em cada conquista.

Também quero agradecer a minha tia Maria Ducarmo (*in memoriam*) e o meu tio Gonçalo (*in memoriam*) que, apesar de termos poucos contatos durante suas vidas terrenas, acalentaram-me com bons conselhos, apoio educacional e acreditavam em meus esforços. Sei que onde estiverem estão felizes por mim!

Aos meus queridos e eternos professores, em especial, aos professores Sampaio Mattos, Luiz Jorge Dias e Silas Melo e antigos mestres, que me instruíram durante todo o ensino acadêmico e básico. Vocês me ajudaram a superar as minhas limitações intelectuais e conhecer diversos ramos que me trouxeram até aqui.

À minha querida orientadora, Swanni Alvarado, por ter aceitado construir este trabalho comigo, despertando em mim a admiração pelo Geoprocessamento e questões ambientais. Agradeço também pela sua disponibilidade, atenção, paciência, amizade, alegria e otimismo contagiante, os quais foram intrínsecos nessa jornada.

Aos meus colegas e amigos, particularmente, à Marcos Vinicius Lima, Luécya, Geyce Mara e Brenda Nunes por terem sido meus aliados em diversos trabalhos, terem compartilhado suas ideias e sempre terem transmitido forças ao longo da graduação

Por fim, à Universidade Estadual do Maranhão, a qual é fruto da realização de um sonho meu e da minha família e por ter aberto inúmeras possibilidades intelectuais.

“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”

Antoine Lavoisier

## RESUMO

Os estudos ambientais baseados nos efeitos das atividades humanas sobre a superfície terrestre têm se tornado foco nas discussões científicas durante as últimas décadas, exigindo assim do campo geográfico, compreender essa dualidade existente entre sociedade versus natureza, buscando explicar, problematizar e solucionar os fenômenos positivos e reversos da superfície terrestre. Tendo em vista esse cenário, torna-se evidente a importância de ambientes protegidos por lei que asseguram a biodiversidade brasileira, 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. Localizada na Amazônia Oriental, na porção oeste do Estado do Maranhão, a REBIO está sob a administração do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e abrange os municípios de Centro Novo do Maranhão, Bom Jardim e São João do Carú. Outrossim, faz parte do Centro de Endemismo de Belém (CEB), uma região que está situada na zona fisiográfica do leste do Pará e o oeste maranhense, a qual contempla 27 unidades de conservação e 14 terras indígenas. Essa região apresenta uma vasta diversidade ecológica, contudo, é tida como a mais ameaçada entre todos os centros de endemismo da Amazônia brasileira, devido a área ser uma das primeiras a ser ocupada durante as frentes pioneiras. Nesse sentido, surge a necessidade de entender essas dinâmicas dentro do estado do Maranhão, em especial na Reserva Biológica do Gurupi, a qual é uma região contida dentro do Plano Federal de Manejo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), criada em 1988. Esta pesquisa propõe verificar em uma escala multitemporal, a dinâmica de uso e cobertura da terra, compreendendo os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019, tornando-se relevante ao identificar as transformações na REBIO do Gurupi. Conforme os dados levantados a partir da base de dados do MapBiomass, inferiu-se que a Floresta Natural, constituída pela Florestal, é a cobertura predominante, a qual é caracterizada pela Floresta Ombrófila Densa e que, nos últimos anos, vem perdendo espaço para outras formações como a Pastagem e cultivo da tipologia de Outras Lavouras Temporárias, as quais são consequência da intensa ação antrópica na reserva. Essa afirmação foi comprovada quando as informações de cada década foram cruzadas entre si, apontando um aumento do desmatamento entre os anos de 2005 e 2015, onde a Floresta foi substituída por outras categorias, com predomínio da abertura de áreas para pastagem. Os resultados deste trabalho poderão servir de subsídio para aprofundar as discussões sobre as atividades econômicas, sociais e políticas que dialogam com as questões ambientais, tanto dentro quanto fora da academia. Ademais, está direcionada não só para o campo geográfico mais também para outros campos, a fim de integrar os conhecimentos acerca da temática.

**Palavras-chave:** Paisagem; Transformação; Usos e cobertura da terra; Áreas protegidas.

## ABSTRACT

Environmental studies based on the effects of human activities on the Earth's surface have become the focus of scientific discussions over the last few decades, thus requiring the geographic field to understand this duality between society versus nature, seeking to explain, problematize and solve positive and reverses of earth system. Because of this scenario, the importance of environments protected by law that ensure Brazilian biodiversity is evident, as is the case of the study area of this research, the Gurupi Biological Reserve (REBIO), one of the 2,469 conservation units distributed throughout the territory. Located in the Eastern Amazon, in the western portion of the State of Maranhão, REBIO is under the administration of the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMbio) and covers the municipalities of Centro Novo do Maranhão, Bom Jardim, and São João do Carú. Furthermore, it is part of the Center for Endemism of Belém (CEB), a region located in the physiographic zone of eastern Pará and western Maranhão, which includes 27 conservation units and 14 indigenous lands. This region presents a vast ecological diversity, however, it is considered the most threatened among all the centers of endemism in the Brazilian Amazon, as the area is one of the first to be occupied during the pioneer fronts. In this sense, there is a need to understand these dynamics within the state of Maranhão, especially in the Gurupi Biological Reserve, which is a region contained within the Federal Management Plan of the Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), created in 1988. This research proposes to verify, in a multitemporal scale, the dynamics of land use and coverage, comprising the years 1985, 1995, 2005, 2015, and 2019, becoming relevant when to identify the transformations in REBIO do Gurupi. According to the data collected, it was inferred that the Natural Forest constituted by the Forest Formation is the predominant cover, which is characterized by the Dense Ombrophilous Forest and which, in recent years, has been losing space to other formations such as Campestre and Other Temporary Crops, which are a consequence of the intense anthropic action in the reserve. This assertion was proven when the information from the attribute tables of each decade was cross-referenced, pointing to an increase in deforestation between the years 2005 and 2015, when the Forest was giving way to other categories, with a predominance of the opening of areas for pasture. The results of this work may serve as a subsidy to deepen discussions on economic, social, and political activities that dialogue with environmental issues, both inside and outside the academy. Furthermore, it is directed not only to the geographic field but also to other fields, to integrate knowledge about the subject.

**Keywords:** Landscape; Transformation; Land use and coverage; Protected áreas

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de Localização da REBIO do Gurupi. ....	18
<b>Figura 2</b> - Mapa de localização do CEB. ....	19
<b>Figura 3</b> - Bacias hidrográficas da REBIO do Gurupi. ....	21
<b>Figura 4</b> - Geologia da REBIO do Gurupi. ....	24
<b>Figura 5</b> - Mapa de pedologia da REBIO do Gurupi. ....	26
<b>Figura 6</b> - Mapa de distribuição populacional dos municípios que abrangem a REBIO do Gurupi. ...	29
<b>Figura 7</b> - Painel de visualização para geração de mosaico no GEE. ....	31
<b>Figura 8</b> - a) Exportação em nuvem do mosaico; b) Mosaico do recorte da REBIO Gurupi exportada. ....	31
<b>Figura 9</b> - Códigos da coleção 5. ....	32
<b>Figura 10</b> - Tabela extraída do raster. ....	33
<b>Figura 11</b> - Organização das tabelas. ....	34
<b>Figura 12</b> - Novas classificações de uso. ....	35
<b>Figura 13</b> - Dados empilhados no Rstudio. ....	38
<b>Figura 14</b> - Resultado do empilhamento e soma das camadas, dando como resultado a frequência ou contagem de queimadas durante o período avaliado. ....	39
<b>Figura 15</b> - Reclassificação dos dados de queimadas. ....	40
<b>Figura 16</b> - Mosaico do Gurupi segundo o Plano de Manejo. ....	49
<b>Figura 17</b> - Distribuição de uso e cobertura segundo o MapBiomias (2019) e o IBGE (2013). ....	55
<b>Figura 18</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 1985. ....	58
<b>Figura 19</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 1995. ....	59
<b>Figura 20</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2005. ....	60
<b>Figura 21</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2015. ....	61
<b>Figura 22</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2019. ....	62
<b>Figura 23</b> - Distribuição de uso e cobertura na REBIO entre os anos de 1985 a 2019. ....	63
<b>Figura 24</b> - Mapa de transformação de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 1985-1995. ....	65
<b>Figura 25</b> - Mapa de transformação de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 1995-2005. ....	66
<b>Figura 26</b> - Mapa de transformação de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2005 – 2015. ....	67
<b>Figura 27</b> - Mapa de transformação de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2015 – 2019. ....	68
<b>Figura 28</b> - Mudanças das transformações de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi entre os anos de 1985-1995, 1995-2005, 2005-2015 e 2015-2019. ....	69
<b>Figura 29</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 1985. ....	71
<b>Figura 30</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 1995. ....	72
<b>Figura 31</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 2005. ....	73
<b>Figura 32</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 2015. ....	74
<b>Figura 33</b> - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 2019. ....	75
<b>Figura 34</b> - Uso e cobertura nas Terras Indígenas entre os anos de 1985 a 2019. ....	76
<b>Figura 35</b> - Mapa de transformações de uso e cobertura da terra na REBIO das unidades de conservação para os anos de 1985 – 1995. ....	78
<b>Figura 36</b> - Mapa de transformações de uso e cobertura da terra na REBIO das unidades de conservação para os anos de 1995 – 2005. ....	79

<b>Figura 37</b> - Mapa de transformações de uso e cobertura da terra na REBIO das unidades de conservação para os anos de 2005 – 2015.....	80
<b>Figura 38</b> - Mapa de transformações de uso e cobertura da terra na REBIO das unidades de conservação para os anos de 2015 – 2019.....	81
<b>Figura 39</b> - Transformações de uso e cobertura nas Terras indígenas entre os anos de 1985 a 2019..	82
<b>Figura 40</b> - Frequências de queimadas e porcentagem de área por uso e cobertura entre os anos de 2001 a 2005 nas unidades de conservação. ....	84
<b>Figura 41</b> - Distribuição da frequência de queimadas e porcentagem de área por uso dentro das transformações nas unidades de conservação entre os anos de 2001 a 2006. ....	85
<b>Figura 42</b> - Distribuição da frequência de queimadas por uso nas unidades de conservação nos anos de 2006 a 2015. ....	86
<b>Figura 43</b> - Distribuição da frequência de queimadas e porcentagem da área por transformação entre os anos de 2006 a 2015. ....	87
<b>Figura 44</b> - Distribuição de frequência de queimadas e porcentagem de área por uso nos anos de 2016 a 2019. ....	88
<b>Figura 45</b> - Distribuição de frequência de queimadas por transformação nas unidades de conservação entre 2016-2019. ....	88

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Script de uso e cobertura para acessar no GEE. ....	30
<b>Quadro 2</b> - Novas classificações dos tipos de uso e cobertura reagrupadas em décadas.....	36
<b>Quadro 3</b> - Script do MODIS.....	36
<b>Quadro 4</b> - Script usado no Rstudio.....	38
<b>Quadro 5</b> - Conceito das Unidades de Conservação de Uso sustentável.....	44
<b>Quadro 6</b> - Conceito das Unidades de Conservação de Proteção Integral.....	45

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIAMENTOS**

CEB - Centro de Endemismo de Belém

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GEE - Google Earth Engine

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos

REBIO - Reserva Biológica

SNUC- Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

TI - Terras Indígenas

UC – Unidades de Conservação

UCB – Unidades de Conservação no Brasil

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>17</b>
2.1 Objetivos específicos .....	17
<b>3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>18</b>
3.1 Caracterização das Bacias Hidrográficas .....	20
3.2 Caracterização climática.....	22
3.3 Caracterização geológica.....	23
3.4 Caracterização pedológica.....	24
3.5 Caracterização da flora e fauna da REBIO do Gurupi .....	26
3.6 Caracterização socioeconômica dos municípios que abrangem a REBIO do Gurupi.....	28
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>29</b>
<b>5 EMBASAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>41</b>
5.1 Uso e cobertura da terra: conceitos e monitoramento .....	41
5.2 Parâmetros legislativos federais e estaduais de proteção ambiental .....	42
5.3 Uma breve reflexão sobre a conectividade da REBIO do Gurupi com outras unidades de conservação .....	47
5.4 Relação e consequência do desmatamento, reflorestamento, regeneração e o surgimento de queimadas .....	49
<b>6 CLASSIFICAÇÃO DE USO E COBERTURA DA TERRA PARA O BIOMA AMAZÔNICO</b> .....	<b>52</b>
6.1 Análise estatística das mudanças de uso e cobertura na Reserva Biológica do Gurupi entre os anos de 1985, 1995, 2015 e 2019.....	56
6.1.1 Desmatamento, reflorestamento e regeneração entre as décadas de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019 .....	63
6.1.2 Análises das mudanças de uso e cobertura nas terras indígenas adjacentes a REBIO do Gurupi entre 1985 a 2019.....	69
6.1.3 Análise da variação de desmatamento e reflorestamento nas terras indígenas .....	76
<b>7 FREQUÊNCIAS DE QUEIMADAS POR USO E COBERTURA DENTRO DAS ÁREAS DE CONSERVAÇÃO DA REBIO DO GURUPI E AS TERRAS INDÍGENAS ENTRE OS ANOS DE 2001 A 2019</b> .....	<b>83</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os efeitos das atividades humanas sobre a superfície terrestre têm se tornado foco nas discussões científicas durante as últimas décadas, o que exige do campo geográfico buscar compreender a dualidade existente entre sociedade versus natureza com o objetivo de explicar, problematizar e solucionar os fenômenos positivos e reversos recorrentes.

A premência da sociedade em conhecer os padrões do meio ambiente, com o intento de explorá-lo, tem estimulado a produção de pesquisas pautadas nas formas de utilização da terra (IBGE, 2013). Além disso, as alterações do espaço levantam inúmeros questionamentos acerca de alternativas de ocupação e uso de determinados territórios sem causar tantos danos ambientais que comprometa a biodiversidade.

O processo de extração e utilização dos recursos naturais, seja na aquisição de matéria-prima ou na expansão de espaços urbanos, tem atribuído novos significados a paisagem (BERDOULAY, 2012 apud FILHO, 2019), que é categoria predominante neste trabalho, considerado elemento essencial para conduzir na prospecção sobre formas de uso, planejamento territorial e gestão do espaço.

Intimamente atrelada 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. A paisagem, além de tudo, retrata as populações que a construíram e constroem, estando sempre em metamorfose (BALDIN, 2021).

As atividades humanas são um dos principais agentes modeladores da paisagem. Com essas intensificações ao longo dos anos, configura-se novos padrões e valores a ela, onde é vista não só como um elemento visual, mas também ecológico, econômico e cultural (NUNO, 2017).

O bioma amazônico maranhense tem apresentado modificações no padrão espacial da cobertura da terra nas últimas décadas, por conta do aumento das zonas de pressões de uso. Segundo Silva et. al (2020), o estado vem sofrendo com a fragilização das fiscalizações e legislações ambientais que contribuem com o aumento do desmatamento ilegal e das taxas de incêndios na Amazônia maranhense.

Segundo Barros e Barbosa (2015), essa perda foi impulsionada principalmente pela construção da rodovia Transamazônica, incentivos fiscais para estimular investimentos agropecuários e a migração regional especialmente no chamado Arco de Desmatamento - faixa na transição entre os biomas Amazônico e Cerrado que se estende do Maranhão a Rondônia passando pelo leste do Pará, Tocantins e Mato Grosso - comprometendo a biodiversidade e as condições climáticas regionais.

O cenário se agrava em determinadas situações climáticas, como durante o período da seca, quando as florestas se tornam mais propícias a incêndios por causa da baixa quantidade de precipitação e aumento da temperatura, os quais são influenciados pela dinâmica oceano-atmosférica que facilita na emissão de grande quantidade de carbono para a atmosfera (ARAGÃO et al. 2020).

O uso desenfreado de recursos naturais vem desequilibrando o meio físico natural, surgindo assim a necessidade da criação de leis que possam assegurar a proteção e manutenção desses recursos. Uma ferramenta crucial que defende os recursos nativos remanescentes são os ambientes protegidos por lei que asseguram a biodiversidade brasileira 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 (BRASIL, 2021).

A REBIO é encontrada na Amazônia Oriental do estado do Maranhão, está sob a administração do ICMBio e abrange os municípios de Centro Novo do Maranhão, Bom Jardim e São João do Carú (PAIVA et. al, 2019). Ademais, faz parte do Centro de Endemismo de Belém (CEB), uma região que está situada na zona fisiográfica do leste do Pará e o oeste maranhense, a qual contempla 27 unidades de conservação e 14 terras indígenas e apresenta uma vasta diversidade ecológica, contudo, é tida a mais ameaçada entre todos os centros de endemismo da Amazônia brasileira, devido a área ser uma das primeiras a ser ocupada durante as frentes pioneiras (SILVA, 2005 apud MESQUITA et. al, 2019).

Para Gama (2021), a reserva está inserida dentro das Unidades de Proteção Integral, um grupo que faz parte do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), definido pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Segundo o autor, esta unidade “tem como objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta lei” (BRASIL, 2000).

Desde a criação da REBIO, estudos biológicos realizados na região, apontaram que há a existência de rica fauna, com endemismos de aves e primatas. De acordo com a UCB (2020) foram identificadas cerca de 190 espécies de peixes, 124 espécies pertencentes a 34 famílias de nove ordens de mamíferos e 503 espécies de aves para esta região do Estado, das quais 470 são residentes (não migratórias).

Nas últimas décadas, a reserva vem passando por sucessivas alterações ligadas as diversas atividades conflitantes como ocupação ilegal, mineração, extração demadeira, etc. Barros e Barbosa (2015) afirmam que cerca de 90% da madeira que abastece o estado maranhense advém da REBIO e das Terras Indígenas (TI), especialmente as que compõe o Mosaico do Gurupi.

Com base nessas informações, sob à luz da geotecnologia, propõe-se verificar em uma escala multitemporal, compreendendo os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019, as transformações de uso e cobertura na REBIO do Gurupi. Analisar esses anos ajuda a levantar parâmetros espaciais na área em anos anteriores e posteriores a criação de um dos marcos pioneiros para a proteção dessas áreas, a criação da Constituição de 1988.

Acredita-se que, observar cronologicamente essa dinâmica, possa contribuir sobre a importância da assecuridade das leis de proteção ambiental, a gestão e o ordenamento territorial na REBIO. Outrossim, possibilita na avaliação do padrão local expresso por determinadas atividades econômicas, as alterações e tendências ao longo do tempo, podendo ser relevante para se discutir sobre a sustentabilidade no contexto territorial.

Esta pesquisa pode servir de subsídio para aprofundar as discussões sobre as atividades econômicas, sociais e políticas que dialogam com as questões ambientais. Ademais, está direcionada não só para o campo geográfico mais também para outros campos, a fim de integrar os conhecimentos acerca da temática.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Objetiva-se analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi (MA) entre os anos de 1980 a 2019, através do uso de técnicas e ferramentas da Cartografia, do Sensoriamento Remoto e do Geoprocessamento.

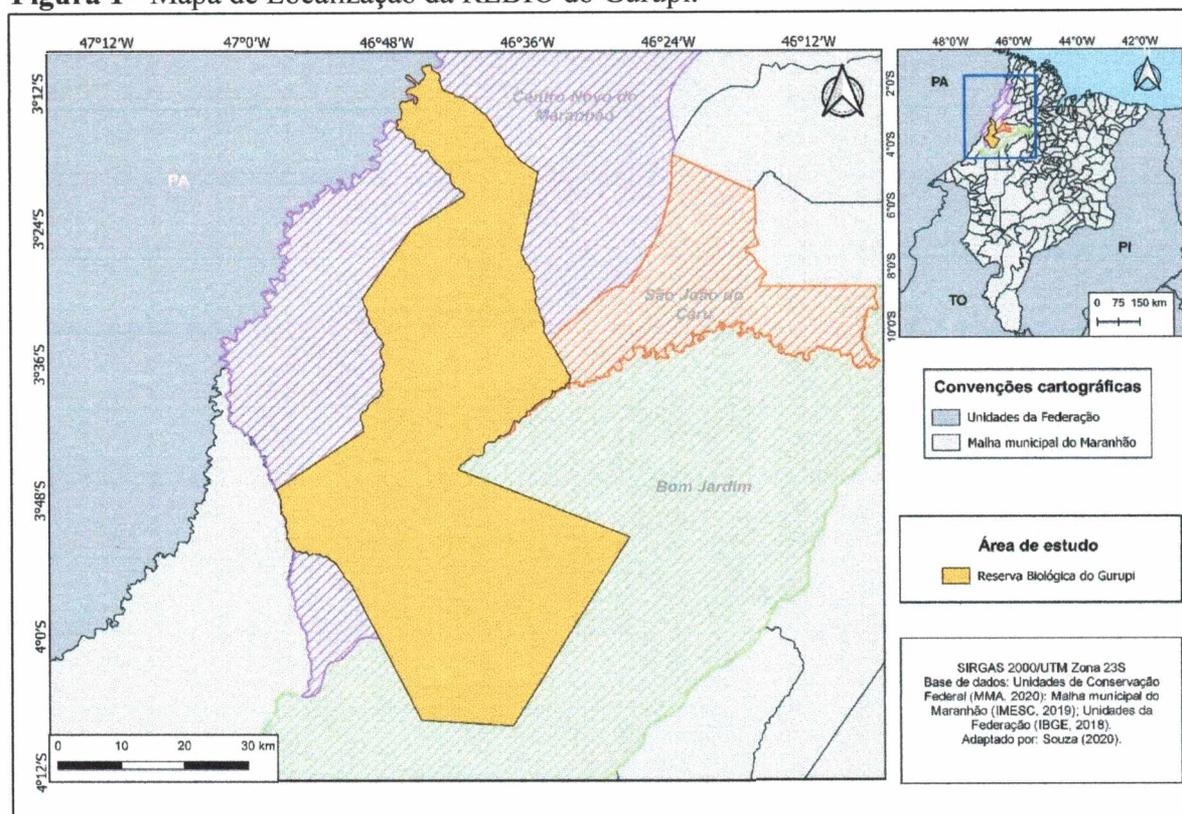
### **2.1 Objetivos específicos**

- Descrever e analisar as distribuições espaciais dos diferentes usos e coberturas da terra na REBIO do Gurupi, de acordo com os dados disponíveis no Manual Técnico de Uso e cobertura do solo do IBGE (2013) e no projeto MapBiomias, adotando as classes da Coleção 5 para o período que compreende os anos de 1985 a 2019;
- Determinar as tendências das formas de pressões sobre a cobertura da terra na REBIO do Gurupi ao longo dos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 a 2019;
- Verificar a variação da frequência de queimadas no período que compreende os anos de 2001 a 2020, nas unidades de conservação que inclui a reserva e as Terras Indígenas Caru, Awa e Alto Turiaçu;
- Apontar as possíveis causas que tem influenciado nas mudanças de uso e cobertura na reserva dentro da escala temporal adotada, evidenciando as principais fragilidades no contexto legislativo e de fiscalização.

### 3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Reserva Biológica do Gurupi está situada no noroeste do Brasil, região Nordeste, no estado do Maranhão, abrangendo 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), como mostra a Figura 1. É caracterizada por fazer parte do limite oriental da Amazônia, contida em uma região ecótona, ou seja, área de transição e de grande riqueza biológica (ICMBIO, 2020).

**Figura 1** - Mapa de Localização da REBIO do Gurupi.



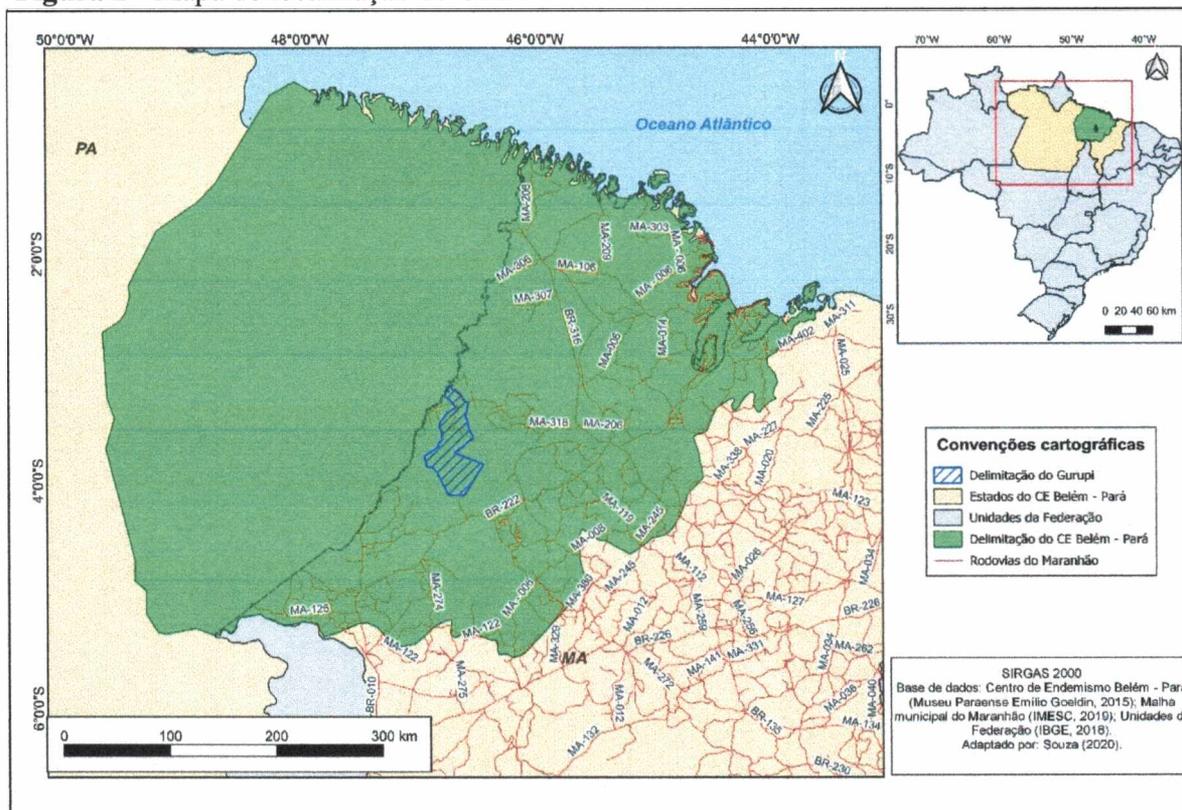
**Fonte:** MMA, 2018; IBGE, 2019 (adaptado pela autora, 2021).

Possuindo aproximadamente 2.711,8 km<sup>2</sup>, está contida dentro do Centro de Endemismo Belém – CEB (Figura 2), um dos oitos centros de endemismo que possui 243.000 km<sup>2</sup> e engloba certa de 27 unidades de conservação, 14 terras indígenas e 147 municípios, sendo que 85 destes estão em território maranhense (PEREIRA e VIEIRA, 2019).

Ainda segundo os autores, o CEB limita-se a oeste com o rio Tocantins no Pará e, a leste, com o rio Pindaré, possuindo clima Tropical Úmido característico do bioma amazônico. Para eles, além deste grande centro, o Pará abriga mais três que são o Xingu, Tapajós e Guiana

os quais apresentaram nos últimos anos impactos ocasionados pelo desmatamento, extração de madeira e degradação, principalmente o Centro de Endemismo Belém que é o mais impactado.

**Figura 2** - Mapa de localização do CEB.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

O Centro de Endemismos Belém, de acordo com Mesquita et. al (2019), é o centro mais desmatado da Amazônia Brasileira, devido ao fato de ter sido o pioneiro nas frentes ocupacionais da região e que, nos últimos anos, a área tem perdido drasticamente os recursos florísticos e faunísticos por causa das atividades ligadas a extração de madeira, avanço da pecuária, expansão da produção de grãos, entre outros, gerando conflitos fundiários com a expulsão de grupos sociais que vivem na extensão das estradas.

Compreendendo o arco do desmatamento, seu posicionamento é estratégico para conservação e constituição da última fronteira de área contínua amazônica do Maranhão. Desta forma, a REBIO do Gurupi dentro da CEB, desempenha um papel fundamental na proteção da grande riqueza de madeiras de lei e outras espécies florestais vulneráveis existentes na região, representando assim uma das últimas fontes de floresta nativa da região (CELENTANO et al., 2018).

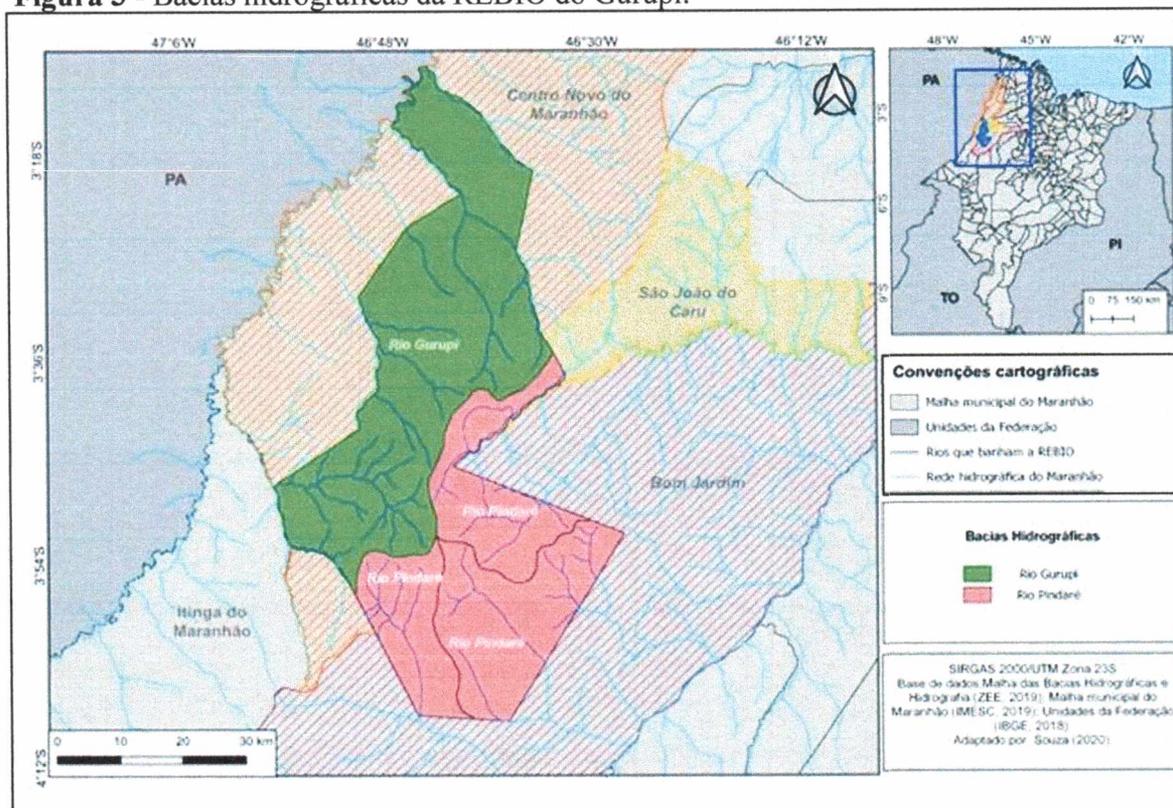
### 3.1 Caracterização das Bacias Hidrográficas

Compreender a distribuição hidrogeográfica é de suma importância durante o levantamento de aspectos físicos marcantes na Amazônia Maranhense, com ênfase na Reserva Biológica do Gurupi. Marcuzzo (2017, p. 1) conceitua bacias hidrográficas por “áreas que possuem uma única confluência (exutório) das águas sob seu domínio e são separadas topologicamente entre si pelos terrenos mais elevados (divisores de águas).” Entender as mudanças de uso observando como as águas estão distribuídas, contribui na elaboração de futuros e possíveis trabalhos ambientais pautados em diferentes atividades que funcionam na área de estudo.

Disponibilizando de caudalosos e extensos recursos hídricos, o Maranhão possui 15 bacias hidrográficas distribuídas irregularmente por todo o território. Quatro destas bacias (Gurupi, Parnaíba, Tocantins e Ararandeua) estão sob o domínio do Federal e o restante (Maracaçumé, Turiaçu, Pindaré, Grajaú, Peria, Munim, Mearim, Itapecuru, Preguiça e os Sistemas Hidrográficos do Litoral Ocidental e das Ilhas Maranhenses) representam as bacias administradas pelo estado do Maranhão.

A REBIO é banhada por duas bacias sobre administração Estadual e Federal, que é a do Rio Pindaré e do Rio Gurupi, respectivamente. (CODEVASF, 2019), apontadas na Figura 3.

**Figura 3 -** Bacias hidrográficas da REBIO do Gurupi.



**Fonte:** Reproduzido pela autora (2021).

Com um percurso de 400 km, a bacia hidrográfica do Rio Gurupi conflui com o rio Itinga que forma uma linha limítrofe entre os estados do Maranhão e do Pará, desaguardo no Oceano Atlântico, na baía do Gurupi (CODEVASF, 2019). Abrange 13 municípios, dentre eles os municípios de Centro Novo do Maranhão, São João do Carú e Bom Jardim, os quais estão contidos na REBIO do Gurupi.

Segundo o ZEE (2019), no bioma amazônico a bacia do Gurupi é tida como a segunda maior em extensão, com aproximadamente 13,9% dentro do bioma, perdendo somente para a bacia do rio Mearim (48,4%), com 1.846 trechos de drenagens, consideradas baixas (0,45km/km<sup>2</sup>). Sua altitude varia de 0 m a 455 m, tendo uma altitude média de 156,1 metros, onde no alto curso estão as maiores chapadas, além de apresentar relevo plano a suavemente ondulado. O uso consultivo da bacia do Gurupi está voltado, especialmente, para o consumo urbano (34%), consumo animal (27%) e irrigação (19%).

A bacia do Rio Pindaré é genuinamente maranhense, a qual 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. Percorre uma extensão de 466,3 km, atingindo sua foz no rio Mearim, com uma drenagem de 40.842 km<sup>2</sup> (DIAS e SANTOSI, 2015).

Para Abreu (2013), a bacia limita-se a oeste com a bacia do rio Gurupi e a leste com a bacia do rio Grajaú, em que seus principais afluentes são os rios Gurupi (oeste) e o Grajaú (leste). A área da bacia é formada por fazendas agropecuárias e zonas urbanas situadas em Alto Alegre do Pindaré, Santa Inês, Pindaré Mirim, os três municípios da região trabalhada, além de possuir algumas reservas indígenas.

### 3.2 Caracterização climática

Segundo o ZEE (2019), a posição geográfica do bioma amazônico maranhense contribui para que apresente uma região marcada por uma peculiaridade climática que difere dos outros biomas. Devido à forte atuação da Floresta Equatorial úmida, as regiões localizadas na porção oeste maranhense sofrem com a atuação dos elementos hidrometeorológicos e térmicos homogêneos e ao mesmo tempo mais constante do país (AB´SABER, 2003 apud COSTA, 2019).

A distribuição de chuva atrelada a atuação dos sistemas produtores de chuva, que são a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), atuante ao norte e, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ao sul. A porção Norte amazônica possui volumes altos de precipitação acima de 3000 mm (COSTA, 2019), por outro lado, na parte Sul os totais anuais são inferiores a 1.500mm (ZEE, 2019).

A temperatura média é de 27, 3°C durante quase todo o ano, já em relação ao regime pluviométrico, apresenta variações de 2000 mm, ao norte, e abaixo de 1500 mm, ao sul. No tocante a evapotranspiração a região apresenta médias de 1812, 51 mm e taxas anuais de até 1952, 76 mm (ZEE, 2019).

Observando a Reserva Biológica do Gurupi, a região apresenta características climáticas com altas temperaturas tanto no período chuvoso quanto o seco, típico do Tropical úmido, 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 e precipitação com menos de 50 mm (ICMBio, 1998 apud BARROS e BARBOSA, 2015).

Para Amorim, Senna e Cataldi (2019), atualmente, assim como todo Bioma Amazônico, a REBIO vem passando por intensas mudanças climáticas ocasionadas pelas pressões de uso local, em que aponta o desmatamento como uma ameaça, pois interfere diretamente nos índices de evapotranspiração e impulsionando a alteração microclimática regional.

### 3.3 Caracterização geológica

Consoante o ZEE (2019), ao que tange a geologia, as formações geológicas no bioma amazônico maranhense são apresentadas pelas presentes nas rochas metassedimentares do Cráton São Luís e metavulcanossedimentares e Cinturão Gurupi do Paleo ao Neoproterozoico que datam de 2.300Ma a 542Ma. Essas formações influenciam na presença de minerais minérios e hidrogeológicos dos aquíferos, os quais impactam diretamente nas atividades econômicas, sustentabilidade e vulnerabilidade da região.

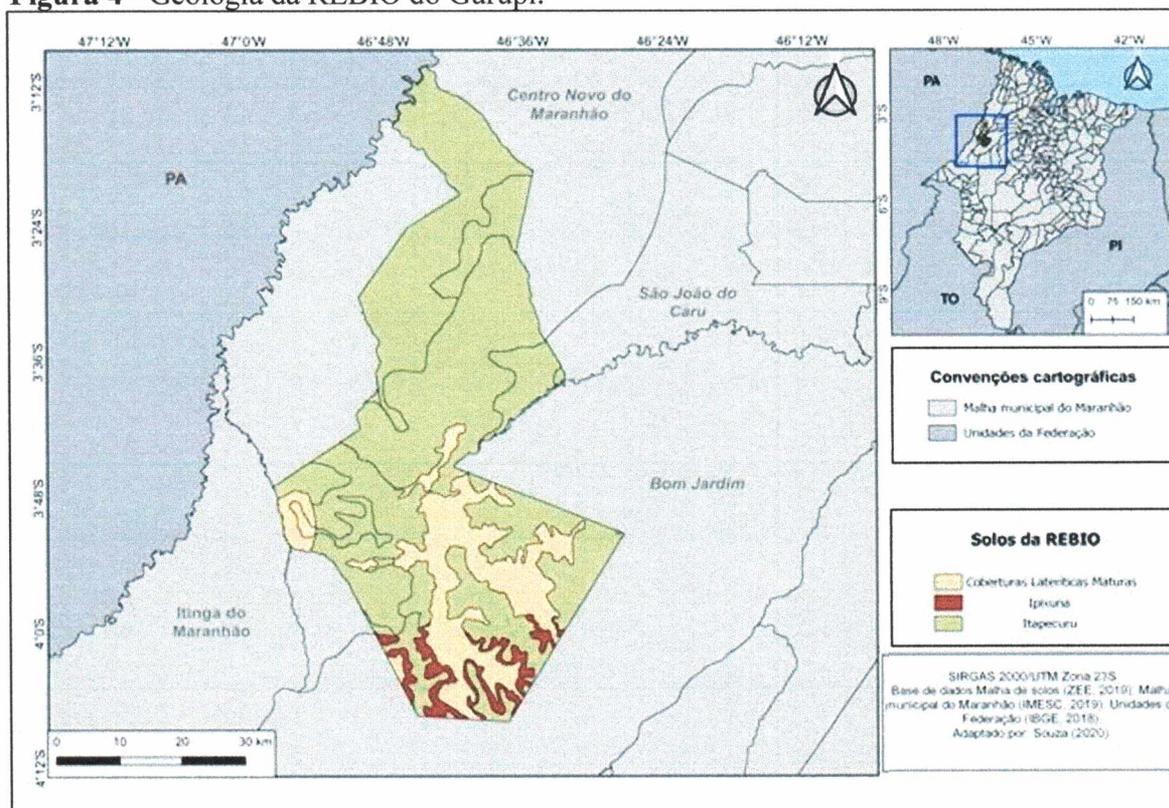
Nesse viés, a REBIO é formada pelo Grupo Gurupi que são sedimentos metamórficos altamente decompostos, que desenvolvem no Rio Gurupi, a REBIO é predominada por materiais que mineralizam a ouro como xistos, micaxistos, quartzitos e quartzo, com pequenos falhamentos nas direções norte, nordeste-sul e sudoeste (ICMBio, 2020). Conforme se pode observar na Figura 4, a área possui afloramento da formação do Grupo Itapecuru, Formação Ipixuna e Unidades das Coberturas Lateríticas Maduras.

A formação Itapecuru são sedimentos aflorantes nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas, datados do Terciário (período que ocorreu de 65 Ma – 2,6 Ma), a baixo do Grupo Barreiras e acima da Formação Codó. É dividido em dois perfis que são o basal (formado por folhelhos vermelhos e cinzentos distribuídos em torno das colinas) e o arenito de textura fina com saltito com cores variadas (ZEE, 2020).

A Formação Ipixuna é caracterizada por James, Júnior e Costa (2018), por grupo do Cretáceo (Ocorreu de 135 Ma – 65 Ma) que apresentam conglomerados maciços, originados da sedimentação da porção litorânea, em um meio estuarino e fluvial. Também é constituído de depósitos de arenitos saltito e argilitos caulíníficos devido a transformação do feldspato para caulinita de cor esbranquiçada que sofrem processos neotectônicos.

O ZEE (2019, p. 32) classifica as Coberturas Lateritas Maturas por formações residuais dos tipos aluminosa, bauxítica, caulínífica, fosfática, argilosa e ferruginosa, sendo encontradas em “topos de chapadas e planaltos dissecados da Serra de Tiracambu no sul do bioma maranhense e representam as áreas de recargas de aquíferos em decorrência da macroporosidade fornecida pelas lateritas de tamanhos variados (mal selecionada).” Os minerais mais presentes na região estudada são a caulinita, quartzo, fosfato, etc.

**Figura 4 - Geologia da REBIO do Gurupi.**



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

### 3.4 Caracterização pedológica

A REBIO do Gurupi apresenta diferentes aspectos ambientais que são importantes para a vida existente na área. Para o 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 vem causando a erosão e o assoreamento nos leitos (SILVA et.al, 2017).

Segundo o ZEE – MA (2019), os Plintossolos Argilúvicos são minerais que possuem a presença de plintita em porções que ocupam no mínimo 15% do volume do horizonte diagnóstico subsuperficial B, com 15 centímetros de espessura e cores vermelhas e acinzentadas ou mosqueadas. Esses solos possuem uma camada de acúmulo de argila com drenagem variável que pode acontecer devido à grande quantidade de água durante o ano e possuem baixa fertilidade química natural, sendo classificados por solos distróficos com saturação de bases trocáveis abaixo de 50% (EMBRAPA, 2019).

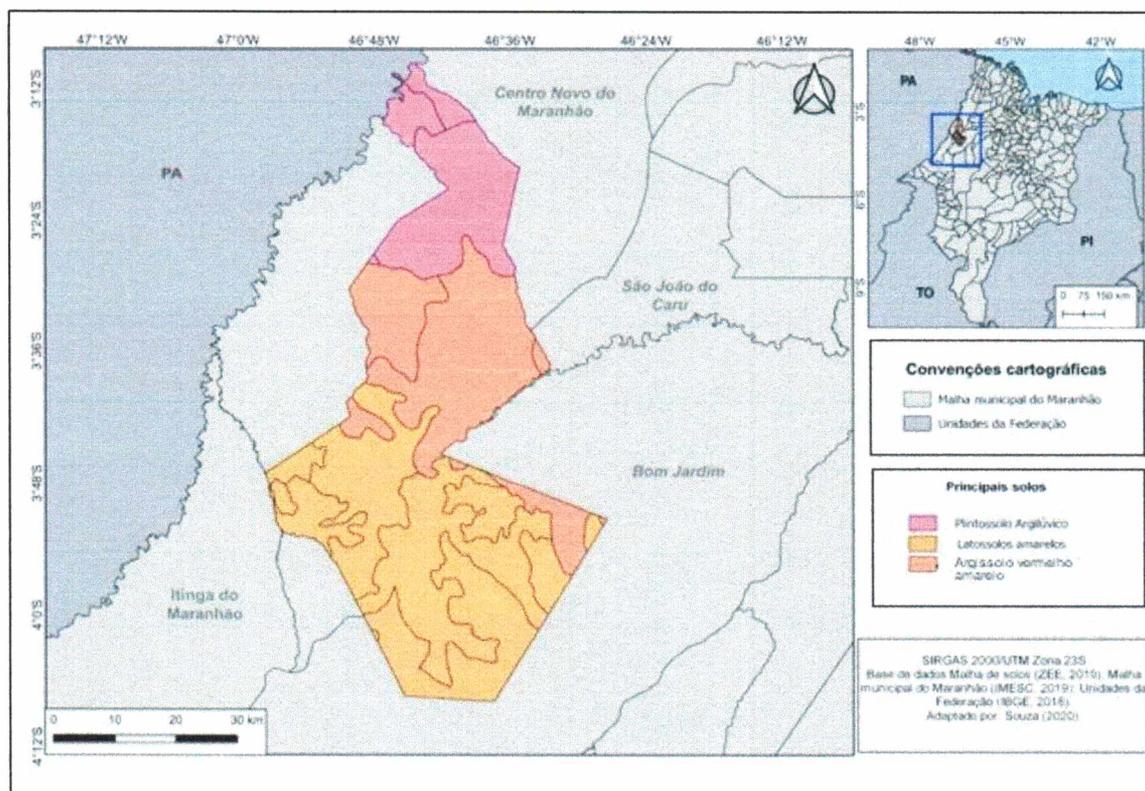
Os Latossolos Amarelos são solos desenvolvidos especialmente de sedimentos do Grupo Barreiras, o qual constitui a faixa sedimentar costeira paralela ao litoral, mas também podem desenvolver de rochas cristalinas no Planalto da Borborema, a oeste. Possuem cores, texturas e estruturas uniformes, sendo profundos e bem drenados com predominância de argila.

São encontrados em relevo plano e suavemente ondulados, além de áreas cristalinas com relevo montanhoso. Ademais, possuem baixa fertilidade natural, com pouca participação do fósforo e com reação de forte a moderadamente ácida, prejudicando desta forma as raízes das plantas (EMBRAPA, 2018).

Classificados como bons para atividades da pecuária (ZEE, 2019), os Argissolos Vermelho-Amarelos são desenvolvidos pelo Grupo Barreiras de rochas cristalinas, apresentando acumulação de argila no horizonte B textural com cores avermelhadas graças a presença de óxido de ferro hematita e goethita. As áreas são firmes com relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado, solos profundos, bem drenados e textura de média a muito argilosa (EMBRAPA, 2011).

A Figura 5 mostra a distribuição pedológica dos diferentes tipos de solos na REBIO, onde, ao norte da reserva, tem-se os Plintossolos Argilúvicos, na área central os Argissolos Vermelho-Amarelo e, ao sul, os Latossolos Amarelos.

**Figura 5** - Mapa de pedologia da REBIO do Gurupi.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

### 3.5 Caracterização da flora e fauna da REBIO do Gurupi

A vegetação na REBIO do Gurupi compreende todas as características presentes no bioma Amazônico. De acordo com Coutinho (2005 apud MARINHO, 2015) o termo “bioma” se refere a uma área do espaço geográfico, com dimensões até superiores a um milhão de quilômetros quadrados, caracterizado pelos principais elementos de formação de ambientes continentais representado por um tipo uniforme de ambiente identificado e classificado de acordo com o macroclima, a fitofisionomia (formação) o solo e a altitude.

Ocupando grande parte no território brasileiro, estima-se que exista no Bioma Amazônico cerca de 2.500 espécies de árvores e 30 mil espécies de plantas, banhado por corpos hídricos caudalosos como a bacia Amazônica que recobre 6 milhões de km<sup>2</sup>. Possui 1.100 afluentes com o principal rio, o Amazonas, que percorre toda região e deságua no Oceano Atlântico, lançando no mar cerca de 175 milhões de litros d’água a cada segundo (MMA, 2021).

Desta maneira, a vegetação amazônica do estado do Maranhão, é caracterizada por possuir aspectos transicionais, tendo em vista que, o estado se localiza entre o clima superúmido e semiárido decorrente respectivamente da região Norte e Nordeste brasileira.

Correspondendo a 114.654 km<sup>2</sup>, a vegetação predominante na REBIO do Gurupi é a Floresta Ombrófila Densa Montanhosa correspondendo a 41,67% de seu ecossistema. Para o ZEE (2019), a Floresta Ombrófila Densa Montanhosa está no Planalto Setentrional Pará-Maranhão, sendo recortada por algumas serras, dentre elas:

[...] pelas Serras da Desordem e do Tiracambu, onde se situam nascentes de tributários das bacias dos rios Gurupi e Pindaré. A composição florística representa grande diversidade, com muitas espécies apresentando valores comerciais, como maçaranduba (*Manilkara huberi*), ipê (*Tabebuia* sp.), jatobá (*Hymenaea coubaril*), amarelão (*Euxylophora paraensis*), sapucaia (*Lecythis pisonis*), e cedro (*Cedrela odorata*). A abundância dessas espécies tem diminuído, e ocorrem algumas espécies ameaçadas de extinção, como o cravodo-maranhão (*Dicypellium caryophylatum*) (IBAMA, 1999; MOURA et al., 2011). A riqueza florística da UC é um indicador da qualidade deste remanescente florestal, que serve de nicho ecológico para inúmeras espécies da fauna silvestre, representadas por mamíferos de grande porte, répteis e aves, algumas espécies ameaçadas de extinção ou com restrição de distribuição geográfica (HESSEL e LISBOA, 2015 apud ZEE, 2020, p. 47)

Em relação a fauna, como está inserida na Amazônia maranhense, o Gurupi é considerada por Rylands (1990 apud ZEE, 2019), como refúgio de diversas espécies não só de flora, mais também de fauna. Os diferentes tipos de espécies faunísticas estão associados diretamente a cobertura vegetal existente em todo bioma amazônico, o qual possui a maior diversidade de espécies da fauna e, de acordo com o Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN, 2020), abriga mais de 73% das espécies de mamíferos e 80% das de aves existentes no território nacional.

Dentre as aves da região se destaca o Gavião-real (*H. harpyja*) qual é conhecido por sua imponência, sendo uma das maiores aves de rapina do mundo, em contrapartida há também um dos menores pássaros do mundo, o Caçula (*Myiornis ecaudatus*). Acerca dos primatas existentes na região duas espécies endêmicas se destacam, os Cairara Ka'apor (*Cebus kaapori*), e o Cuxiú-preto, (*Chiropotes satanás*) quais estão extremamente ameaçadas de extinção e a REBIO do Gurupi representa uma importante área de proteção a estes animais (UCB, 2020).

Outras espécies, que por sinal também estão em ameaça na REBIO, estão: Caiarara ka'apo (*Cebus kaapori*), Gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*), Mutum-de-penacho (*Crax fasciolata pinima*), Arapaçu-barrado (*Dendrocolaptes certhia medius*), Gato-maracajá (*Leopardus pardalis mitis*), Onça-pintada (*Panthera onca*), Mãe-de-taoca-pintada, (*Phlegopsis nigromaculata*) e Araçari-de-pescoço-vermelho (*Pteroglossus bitorquatus*) (ICMBIO, 2020).

### 3.6 Caracterização socioeconômica dos municípios que abrangem a REBIO do Gurupi

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 em determinadas áreas influenciam na demanda de extração de recursos minerais e, conseqüentemente, aumenta os impactos socioambientais para a REBIO.

Historicamente, a região nordeste detinha uma parcela substancial da população brasileira, qual foi se dispersando para outras regiões nas últimas décadas. De acordo com o Plano de Manejo da Reserva Biológica do Gurupi (1988, HESSEL, 2015), em 1872, a região nordeste detinha de 46,5% da população nacional e, em 1996, esta proporção declinou para 28,5%.

Já em 1996, cerca de 60% da população nordestina residia nos estados da Bahia, Pernambuco e Ceará, sendo que o Estado do Maranhão contribuía com 12% da população. De acordo com o IBGE (2020) o município de Centro Novo do Maranhão possui atualmente uma população estimada de 21.840 pessoas. Em conformidade com a CPRM (2011), cerca de 31,33% da população reside na zona urbana, tendo incidência de pobreza no município e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é 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, as transferências governamentais, o setor empresarial com 81 unidades atuantes e o trabalho informal, são as principais fontes de recursos para o município.

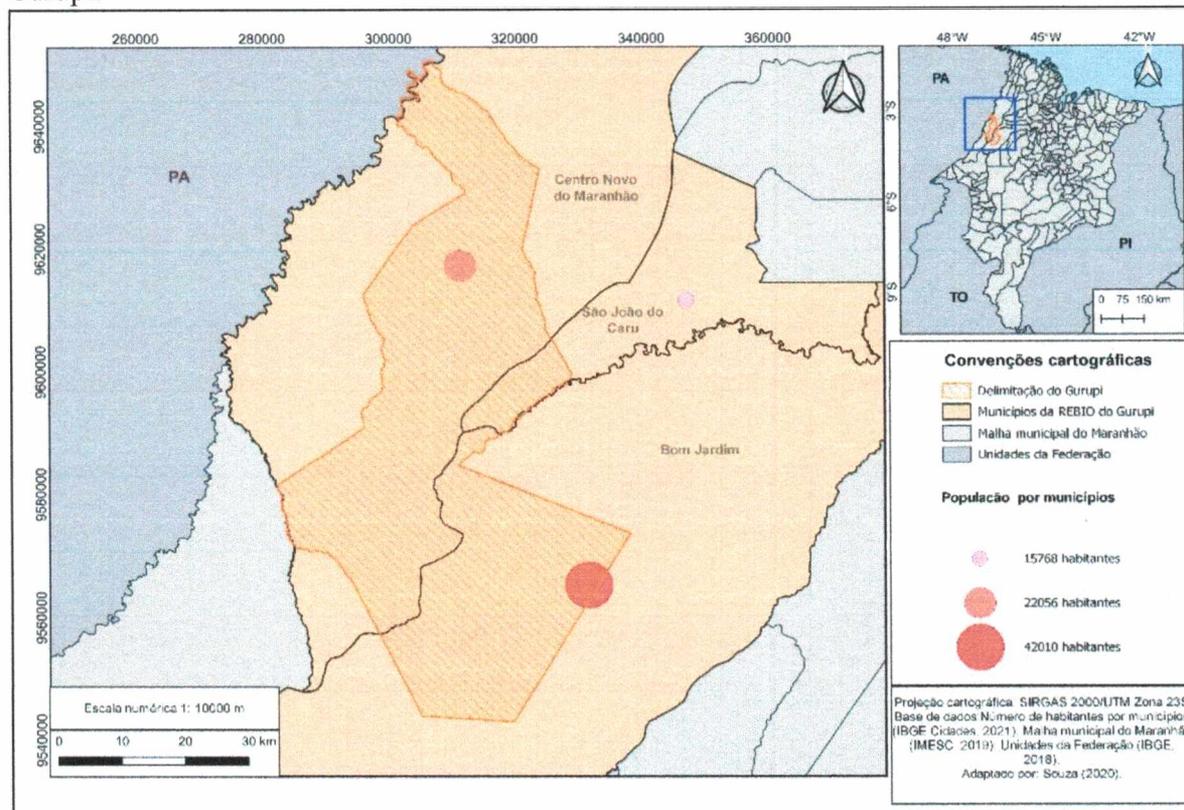
O município de Bom Jardim possui uma população de 41.822 habitantes (IBGE, 2021) e cerca de 42,05% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município é de 52,88% e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 40,65%. De acordo com a IBGE (2020), as potencialidades econômicas 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.

Por fim, a população de São João do Carú é estimada em 15.787 habitantes (IBGE, 2021) e cerca de 51,37% da população 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.

A Figura 6 mostra como a população está distribuída heterogeneamente nos respectivos municípios, onde Bom Jardim apresenta a maior quantidade de habitantes.

**Figura 6** - Mapa de distribuição populacional dos municípios que abrangem a REBIO do Gurupi.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi dividido em duas fases metodológicas para a formulação da temática: na primeira etapa necessitou-se de uma fundamentação teórica baseada em artigos científicos, dissertações, os relatórios, os manuais técnicos e outros recursos que foram essenciais para aprofundar nas discussões.

Os principais manuais técnicos usados foram: Manual de Vegetação do IBGE do ano de 2013, o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE, do ano mesmo ano e, o Manual do Projeto do MapBiomass, Coleção 5 (2019). Todos estes documentos se tornaram peças fundamentais para explicar e compreender os diversos padrões de cobertura e uso no território maranhense, em

especial na área de estudo ao longo da escala de ano trabalhada.

Por conseguinte, realizou-se a aquisição dos dados vetoriais, no formato shapefile (SHP) em diversas plataformas de órgãos socioambientais, disponíveis em endereços eletrônicos que oferecem dados periódicos das últimas décadas. Esses dados foram importados no software Qgis, versão 3.20.3, onde adequou-se os para que fossem construídos *layouts* com os principais elementos cartográficos (legenda, escala, fonte) e exportados em JPG, 400 DPIs de resolução.

Os dados matriciais em formato raster (GeoTIFF) foram de uso e cobertura da terra referentes aos anos de 1985, 1985, 2005 2015 e 2019, o qual era o ano mais recente e validado pelo Mapbiomas, Coleção 5 (<https://mapbiomas.org/en/colecoes-mapbiomas->). Essa plataforma possibilita ter acesso a diversos produtos derivados da família de Satélites Landsat (TM, ETM+ e OLI) que permitem baixar informações de uso, queimadas, desmatamento etc, de todo território brasileiro, através de *plugins* disponibilizados por inúmeros pesquisadores, sem custo financeiro e arquivando os arquivos em nuvem.

Os rasters foram baixados pelo plugin Toolkit através do *asset* de dados do Google Earth Engine (GEE), o qual, por meio de um script, gerou-se um mosaico da classificação feita a partir dos sensores da família Landsat (7, 8 e 9). O MapBiomas atualiza periodicamente os dados segundo a necessidade de aperfeiçoar algoritmos de classificação com a metodologia processual e dinâmica para cada tipologia (MAPBIOMAS, 2019).

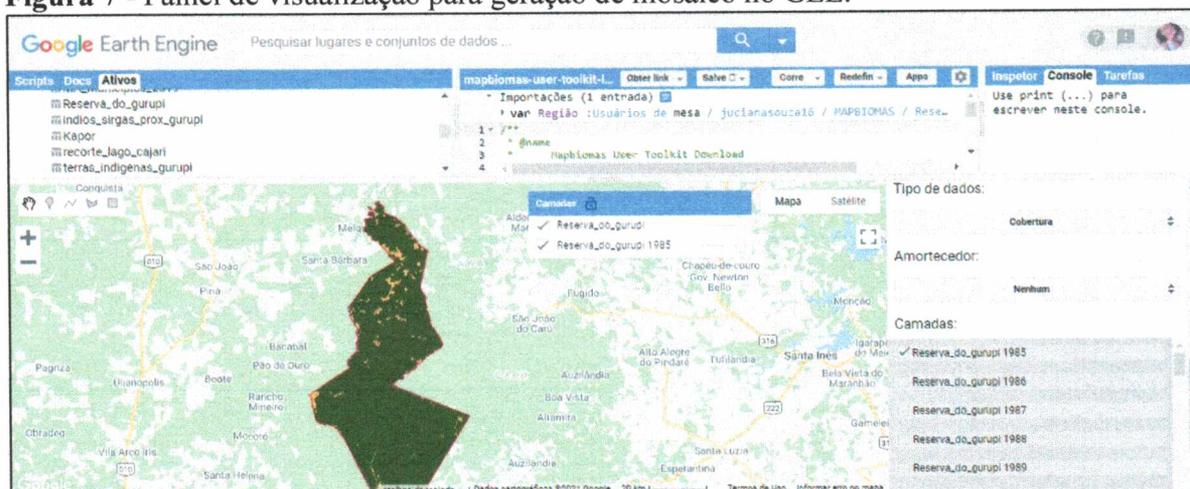
No script mostrado no Quadro 1, importou-se o polígono da área pertencente a REBIO do Gurupi, configurando-o para processar as informações de uso e cobertura na escala temporal mencionada, detalhando o país de origem, a coleção e o tipo de informação (Figura 7). Para ter os arquivos. O usuário precisa criar uma conta de acesso no GEE, o qual direciona-o para uma pasta na nuvem, assegurando assim os dados coletados e economizando armazenamento interno (Figura 8).

**Quadro 1** - Script de uso e cobertura para acessar no GEE.

```
https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit&scriptPath=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit%3Amapbiomas-user-toolkit-lulc.js
```

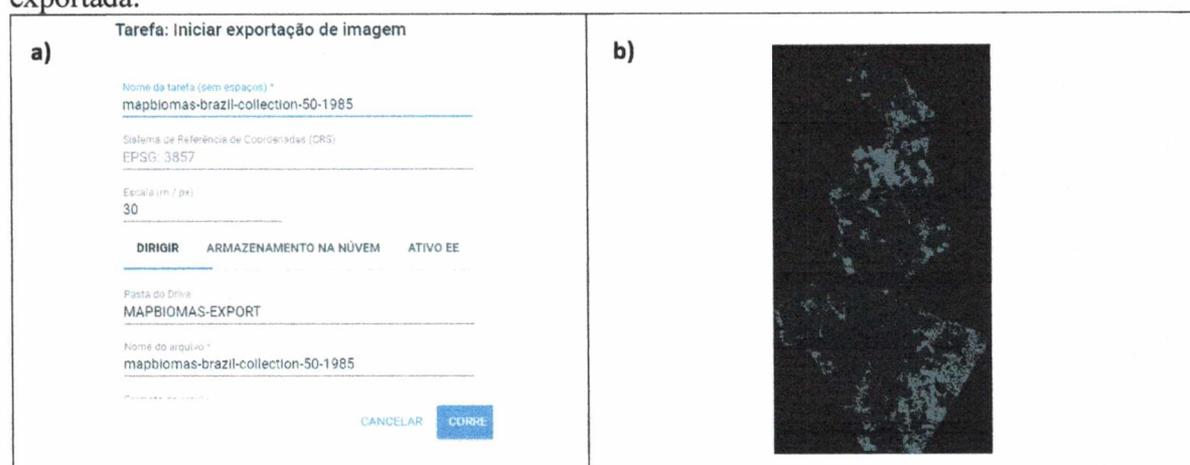
Fonte: GEE (2021).

**Figura 7 -** Painel de visualização para geração de mosaico no GEE.



Fonte: Captura do GEE (2021).

**Figura 8 -** a) Exportação em nuvem do mosaico; b) Mosaico do recorte da REBIO Gurupi exportada.



Fonte: Captura do GEE (2021).

A seguir, os rasters foram incorporados no Qgis, versão 3.20.3, onde foram cruzados com os vetores municipais do território maranhense para aplicar as técnicas de aperfeiçoamento de imagens. Os GeoTIFF's foram sobrepostos com o polígono da REBIO do Gurupi e recortados pela função “Recortar pela camada máscara” do software.

Todas as classes seguiram a classificação do código de legenda das tipologias de uso e cobertura da Terra do MapBiomias, da Coleção 5, a qual foi lançado durante o 5º Seminário Anual do MapBiomias no ano de 2019, diferindo das coleções anteriores por apresentar informações sobre a perda de vegetação nativa por bioma, além de dados sobre regeneração e desmatamento. Atualmente, o projeto conta com seis coleções, sendo que a última foi lançada em junho de 2021, porém, os metadados ainda não foram validados.

Classificou-se a REBIO em sete tipologias com seus respectivos códigos. A propriedade usada no software foi pela propriedade das camadas “Renderização - paletizado/valor único”. As classes e as respectivas cores estão acentuadas na Figura 9, que explica conforme os Manuais Técnicos do IBGE e MapBiomas cada elemento.

**Figura 9** - Códigos da coleção 5.

Tipologias	Códigos /Cores
Formação Florestal	006400
Formação Savânica	32CD32
Formação Campestre	B8AF4F
Pastagem	FFD966
Rio, Lago e Oceano	0000FF
Soja	c59ff4
Outras Lavouras Temporárias	FF99FF

Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

Ressalta-se que o mesmo procedimento foi semelhante na confecção dos mapas das Terras Indígenas, uma análise complementar a este trabalho sobre a REBIO, contudo, os polígonos das três áreas foram importados no GEE como um só polígono dissolvido, a fim de observar somente a espacialização dos elementos estudados nas unidades de proteção e a influência dos usos próximos a REBIO do Gurupi.

#### ➤ **Extração das tabelas e análises dos dados de uso e cobertura**

Após a confecção de todos os mapas, necessitou-se verificar estatisticamente as tendências das categorias estudadas nesta pesquisa. Para tanto, usando o Qgis, na ferramenta “Reportar camada raster de valor único”, obteve-se cinco tabelas de atributos referente aos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019, as quais continham os campos “value”, “count” e “deg<sup>2</sup>”, que significavam, respectivamente, as classes de cada uso e cobertura, o número de pixel para cada uso e a área de cada pixel, onde um pixel possui tamanho de 30x30 m, ou seja 900 m<sup>2</sup>. (Figura 10)

**Figura 10** - Tabela extraída do raster.

A	B	C
value	count	deg2
3	8677920	0,63025417
4	96	0,00000697
9	77	0,00000559
12	376	0,00002731
15	470300	0,03415663
33	6575	0,00047752
41	266	0,00001932

Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

### ✓ Conversão de área de cada uso e cobertura

Para calcular a área total de todos os usos e tipos de cobertura presentes no Gurupi, de cada tabela exportada, incorporou-se a coluna “deg” no recurso de “Autosoma” do Excel. Por conseguinte, foram convertidos a contagem de pixel de cada categoria na sua área em quilômetros ao quadrado (km<sup>2</sup>) multiplicando cada célula da coluna de “count” por 0,0009 (que é o factor de conversão da área de um 1 pixel em km<sup>2</sup>), conforme mostra a expressão matemática a seguir:

$$A = X * 0,0009$$

Em que,

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

**X** = a contagem de pixels para cada tipo de uso ou cobertura (count);

**0,0009** = fator de conversão da área do pixel em km<sup>2</sup>.

### ✓ Porcentagem e diferença entre os anos de cada uso e cobertura

Os valores das porcentagens (P%) de cada classe foram obtidos por meio da divisão da área de cada uso ou cobertura em km<sup>2</sup> pela área total de usos e coberturas. O resultado multiplicou-se por 100, como apresenta a expressão a seguir:

$$P\% = \frac{deg^2}{Área\ total} \times 100$$

Organizou-se, ao fim, as tabelas para agrupar todas as porcentagens da série temporal. (Figura 11). Ademais, verificou-se as frequências de cada uso e cobertura, apontando as

possíveis mudanças. Por fim, construiu-se uma tabela para calcular a diferença entre os anos, por meio da expressão:

$$T = A1 - A2$$

Em que:

**T** = A tendência dos usos;

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

A Figura 11 apresenta a organização das tabelas para fins de cálculo:

**Figura 11 - Organização das tabelas.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	1985-1995				1995-2005				2005-2015				2015-2019		
2	Classe	porcentagem			Classe	porcentagem			Classe	porcentagem			Classe	porcentagem	
3	3	96%			3	96%			3	93%			3	90%	
4	4	0%			4	0%			4	0%			4	0%	
5	12	0%			9	0%			9	0%			9	0%	
6	15	1%			12	0%			12	0%			12	0%	
7	33	0%			15	2%			15	4%			15	5%	
8	99	0%			33	0%			33	0%			33	0%	
9	123	0%			41	0%			41	0%			41	0%	
10	153	1%			99	0%			99	0%			99	0%	
11	312	0%			123	0%			123	0%			123	0%	
12	315	2%			153	0%			153	0%			153	1%	
13	Total	100%			312	0%			312	0%			312	0%	
14					315	3%			315	3%			315	4%	
15					Total	100%			341	0%			341	0%	
16									413	0%			413	0%	
17									1215	0%			1215	0%	
18									1512	0%			1512	0%	
19									1541	0%			1541	0%	
20									4115	0%			4113	0%	
21									Total	100%			4115	0%	
22	Tendências de uso para a classe 3				Tendências de uso para a classe 4				Tendências de uso para a classe 12				Tendências de uso para a classe 12		
23	Intervalo de anos	Mudanças (%)	Tendências		Intervalo de anos	Mudanças (%)	Tendências		Intervalo de anos	Mudanças (%)	Tendências		Intervalo de anos	Mudanças (%)	Tendências
24	1985-1995/1995-2005	1%	queda		1985-1995/1995-2005	0%	constante		1985-1995/1995-2005	1%	queda		1985-1995/1995-2005	1%	queda
25	1995-2005/2005-2011	2%	queda		1995-2005/2005-2011	0%	constante		1995-2005/2005-2011	0%	constante		1995-2005/2005-2011	0%	constante
26	2005-2015/2015-2019	3%	queda		2005-2015/2015-2019	0%	constante		2005-2015/2015-2019	0%	constante		2005-2015/2015-2019	0%	constante
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															

Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

### ✓ Construção das verificações de desmatamento e regeneração

O MapBiomias, através do plugin *Toolkit* mencionado anteriormente, também permite que o usuário tenha acesso as informações de desmatamento e regeneração. Contudo, adotou-se neste trabalho, procedimentos metodológicos manualmente para que se observasse as

dinâmicas de um ano para outro, apontando quais tipologias estão em mudanças constantemente.

Assim, importou-se os cinco rasters (1985-1995, 1995-2005, 2005-2015, 2015-2019) no software ArcMap, versão 10.8, onde foi usada a ferramenta a *Arctoolbox > Spatial Analyst Tool* e, posteriormente, a função *Local > Combine*, com o objetivo de juntar as tabelas de cada década e produzir um novo campo com classificações que identificassem pixels de perda ou ganho de cobertura vegetal e uso, assim como outro tipo de mudança ou transformação entre classes. Outrossim, adequou-se as combinações incoerentes com o código 99, necessitando, portanto, de uma pesquisa mais aprofundada para validá-lo.

Durante a construção da nova coluna, considerou-se a possibilidade da conversão de um uso para cobertura ou vice-versa, uso para uso, ou cobertura para cobertura, tomando como base as condições físicas e naturais do ambiente e a quantidade de pixels existentes (Figura 12).

**Figura 12** - Novas classificações de uso.

Table						
85_95.tif						
OID	Value	Count	1985 recor	1995 recor	new 95	
0	1	8827941	3	3	3	
1	2	68575	15	15	15	
2	3	53261	15	3	153	
3	4	194111	3	15	315	
4	5	5223	3	33	33	
5	6	4514	33	33	33	
6	7	860	33	3	33	
7	8	10	33	12	33	
8	9	27	3	12	312	
9	10	149	15	33	15	
10	11	39	33	15	99	
11	12	453	12	12	12	
12	13	96	4	4	4	
13	14	103	12	3	123	
14	15	92	15	12	15	
15	16	95	12	33	12	
16	17	36	12	15	12	
17	18	20	15	4	15	
18	19	5	3	4	3	

Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

Após, reclassificou tais camadas pela ferramenta *Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify* com o intento de unificá-las e diminuir a quantidade de classes para combinar com as tipologias do Código 5.

Os mesmos passos adotados para toda REBIO do Gurupi também foram adequados na verificação e confecção dos mapas de regeneração e reflorestamento nas áreas das Terras indígenas, no mesmo espaço temporal. As novas classes ganharam outras paletas de cores e estão apresentadas no Quadro 2.

**Quadro 2** - Novas classificações dos tipos de uso e cobertura reagrupadas em décadas.

Tipologia	Reclassificação
1533	Pastagem em transição para a Água
413	Outras Lavouras Temporárias para a Formação Florestal (Regeneração)
123	Formação Campestre para Formação Savânica.
309	Formação Florestal que se tornou floresta plantada (reflorestamento).
312	Formação Florestal em Formação Campestre.
315	Formação Florestal em Pastagem (desmatamento).
341	Formação Florestal em Outras Lavouras Temporárias (desmatamento).
1503	Pastagem em Formação florestal ( regeneração).
99	Mudança ou uso indefinido tidas como combinações incoerentes e precisam de análises mais profundas para validá-la.

Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

✓ **Aquisição e sobreposição dos dados de queimadas com os diferentes tipos de uso e cobertura da REBIO do Gurupi e as Terras indígenas adjacentes.**

Observando o comportamento do uso do fogo e da ocorrência de queimadas por possíveis causas naturais ou antrópicas, tanto na área de estudo quanto nas três terras indígenas (Awa, Caru e Alto Turiaçu) existentes próximas a REBIO, induze-se que o impacto das queimadas não são concentrados somente em uma região, mas prejudica também áreas adjacentes, especialmente estas unidades de proteção, originando inúmeros conflitos socioambientais entre elas.

Desta forma, utilizando o script da plataforma do Google Earth Engine (GEE) (Quadro 3), realizou-se a aquisição das imagens tanto da REBIO quanto das três terras indígenas. Importados na plataforma e unidas em um só polígono, escolheu-se o produto denominado por *Direct Broadcst Monthly Burned Area Product*, o MCD64A1, da série *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) que capta informações sobre queimadas.

**Quadro 3** - Script do MODIS.

```
https://code.earthengine.google.com/16e009b7b0458d05291d39494a8608d1?accept_repo=users%2Fmappbiomas%2Fuser-toolkit
```

Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

O MCD64A1 é o mais atual produto de reconhecimento das áreas de queimadas, contido na sua Coleção 6, disponibilizado pelo portal da *Nation Aeronautics and Space Administration* (NASA), disponível pelo link: <<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/>>. Desde o ano 2000, o site disponibiliza mensalmente dados com informações espaciais de 500 metros, onde cada pixel tem valores de 0 a 366 em que o 0 corresponde as áreas não queimadas e os valores de 1 a 366 indicam a data em dia juliano de detecção de queima (ALVES E ALVARADO, 2019).

A data em juliano conta os dias do ano em sequência, sem contar com a divisão mensal, como por exemplo, o dia 1 é o primeiro dia do ano e o 366 o último dia do ano bissexto. Para tanto, trabalhou-se com os intervalos de anos: 2001-2005, 2006-2015 e 2016-2019.

Após apontar no script a região e as datas anuais, fez o download das imagens rasterizadas através do armazenamento em nuvem. Foram adquiridas vinte imagens, as quais foram processadas no Rstudio, o qual é um ambiente do R que edita e dá suporte a combinação de códigos em linguagem de programação R, plotagens e gerenciamentos, encarregados de processar dados geográficos de variados aspectos através de bibliotecas e pacotes especializados para análises espaciais, geoprocessamento e sensoriamento remoto (RSTUDIO, 2021).

Através do projeto decodificado através da linguagem R manuseou-se algumas configurações essenciais para a fazer o empilhamento das camadas. Inicialmente, instalou-se os pacotes RASTER, RGDAL (que liga os dados geospaciais, GDAL, com o acesso a operações de projeção da biblioteca) e SP (fornece classes dos dados espaciais que incluem pontos, linhas, polígonos, grades e seus atributos (Quadro 4).

Posteriormente, indicou-se no script o caminho onde os rasters estavam salvos na memória externa do computador, em que, após o comando Ctrl+Enter, adicionou-se as respectivas camadas do intervalo de ano para empilhá-los e, posteriormente, plotá-los para visualização gráfica dos elementos espacializados.

#### Quadro 4 - Script usado no Rstudio.

```

library(raster)
library(rgdal)
library(sp)
} Pacotes para instalação no RStudio

setwd("CÓPIA DO ENDEREÇO DA PASTA ONDE AS CAMADAS FORAM SALVAS")

rst <- choose.files() # select rasters for same month from 2002 to 2015
raster.data <- stack(rst) # stack rasters
plot(raster.data)
raster.data
} Adição de todos os anos do intervalo adotado

lim <- 0

rc <- reclassify(raster.data, c(-10000, lim, 0, lim, 367, 1))
rc
plot(rc)
} Agrupamento e reclassificação dos rasters em dois grupos

datasum <- sum(rc)
plot(datasum)
} Soma dos rasters e criação de um produto

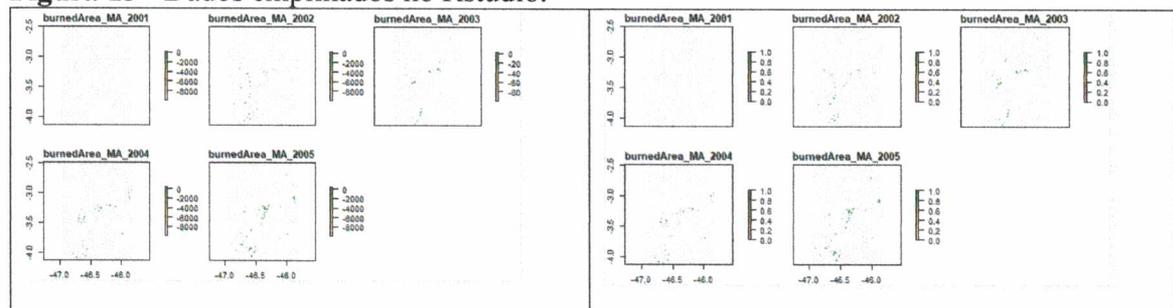
hist(datasum)
writeRaster(datasum, filename = "NOME DO RASTER INTERVALO DE ANO")

```

Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

Após o plot, admitiu-se que os valores em dois grupos, em que originou-se matrizes individuais de cada ano do intervalo, com dados que estão entre 1000 e 0 que resultou em 0 (pontos que não houve registros de queima) e entre 1 e 367 = 1 (pixel queimado) com a finalidade de fazer uma reclassificação para verificar espacialmente a frequência e variação interanual do fogo na REBIO e terras indígenas adjacentes (Figura 13).

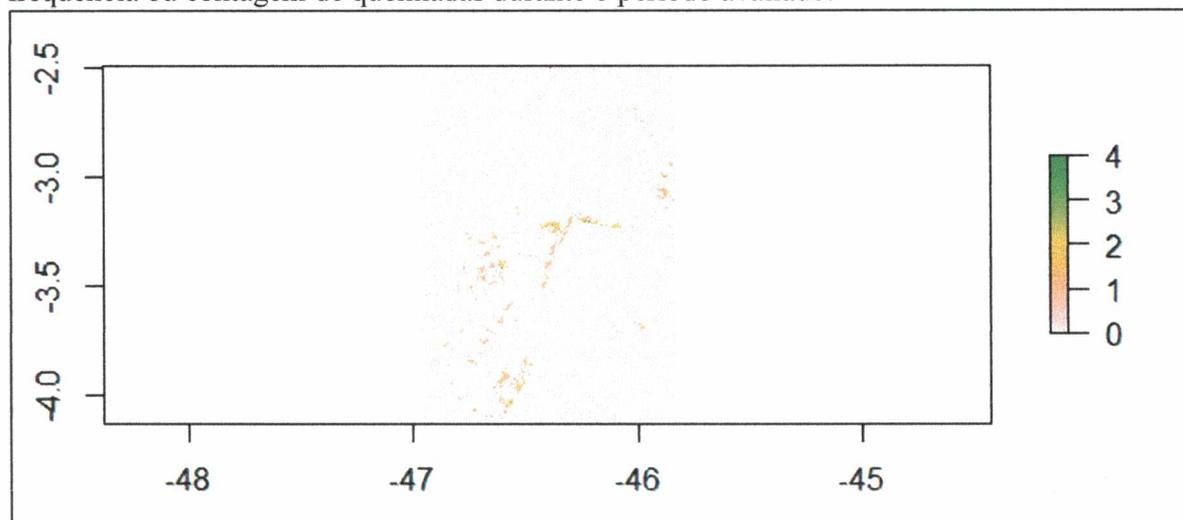
Figura 13 - Dados empilhados no Rstudio.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

Por fim, somou-se o número de anos de áreas de queimadas dentro do agrupamento de anos adotados, para escrevê-los em um algoritmo automatizado que identificou os padrões de alterações na refletividade detectada pelos sensores MODIS, originando assim, apenas um raster, como mostra a Figura 14.

**Figura 14** - Resultado do empilhamento e soma das camadas, dando como resultado a frequência ou contagem de queimadas durante o período avaliado.

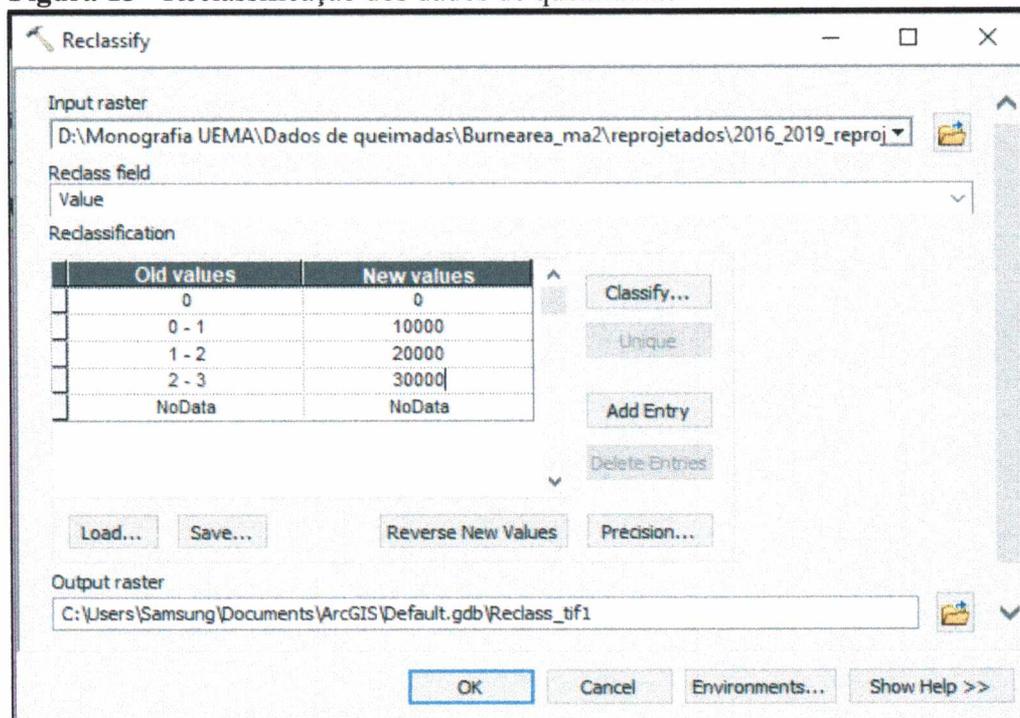


Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

Recortou-se as camadas matriciais para extrair a delimitação agrupada da REBIO do Gurupi e das três terras indígenas adjacentes no Qgis, logo em seguida, reprojetoou-se o Sistema de Referência Geográfica (SRC) de todas as camadas originadas pelo Rstudio, as quais inicialmente, estavam em WGS – 84 e passaram para o SIRGAS 2000.

Depois, no ArcMap, utilizando cada camada intervalo de temporal da frequência de queimadas, importou-se tal arquivo na ferramenta *Spatial Analyst tools > Reclas > Reclassify* para reclassificar os valores de pixel que apresentavam o algarismo para uma classe a mais, corrigindo os valores para múltiplos de 10000, para evidenciar na tabela de atributos resultante reclassificações de desmatamento e regeneração, como mostra a Figura 15.

**Figura 15** - Reclassificação dos dados de queimadas.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

Ao criar as camadas reclassificadas, foi buscado a ferramenta *Resample*, ainda no ArcMap para reamostrar o raster de frequência de queimadas para o tamanho de pixel de 30 m, tomando como referência os dados matriciais reclassificados de uso do MapBiomas que estavam dentro da escala de anos do fogo, além de selecionar a opção *Nearest* e salvar como uma nova camada.

Ressalta-se que nas mudanças de uso detectados no período de dez entre os anos de 1995 a 2005, não foi possível avaliar a frequência de queimadas para o período completo (2001-2005), pois os dados de queimadas foram disponíveis pelo MODIS somente para os últimos cinco anos do intervalo, sendo assim, o valor máximo de queimadas é 4 para estes anos. Também destaca-se que a incorporação das TIs neste trabalho não tira o foco da área de estudo enfatizada, mas expande as análises, uma vez que essas áreas são intimamente relacionadas. A tabela 1 simplifica a explicação.

**Tabela 1** - Associação dos dados de uso com os de queimadas

Anos de frequências de queimadas	Anos reclassificados de uso e cobertura	Valor mínimo e máximo de queimadas
<b>2001 – 2005 (5 anos)</b>	1995-2005 (10 anos)	1 < 4
<b>2006 – 2015 (10 anos)</b>	2005 – 2015 (10 anos)	2 < 7
<b>2016 – 2019 (4 anos)</b>	2016 – 2019 (4 anos)	1 < 3

Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

Realizando a operação de Álgebra de mapas, somou-se as camadas reclassificadas de fogo e a de uso, a camada resultante de 30 metros, por meio da ferramenta *Spatial Analyst Tools > Local > Cell Statistics*. Ao término, criou-se um raster com todas as combinações de freqüências de queimadas e uso e cobertura em uma tabela de atributos, pela qual foi extraída e importada no Excel para realizar as análises.

Todos esses procedimentos técnicos foram de extrema importância para averiguação de dados estatísticos que, cruzados com todo arcabouço teórico, auxiliaram na abordagem da pesquisa.

## **5 EMBASAMENTO TEÓRICO**

### **5.1 Uso e cobertura da terra: conceitos e monitoramento**

O conceito de uso e cobertura da terra, apesar de terem sinônimos divergentes, andam juntos durante as discussões socioambientais. O Manual Técnico de uso da terra do IBGE (2013), define o termo “uso” como todo tipo de utilização de uma determinada área, se referindo principalmente às zonas voltadas para as atividades econômicas, ou seja, que já passaram por alterações antrópicas que interagem com o espaço, sendo definida por escala pontual ou de conjunto dos fatos.

O termo refere-se a utilização cultural da terra, entrando em contato com o contexto de suas atividades que envolvem os recursos naturais. As formas de sua utilização causam uma pressão sobre as formas de cobertura da superfície, onde esse termo é tido tida como zonas onde predominam determinadas características naturais, podendo ser construídas ou produzidas (IBGE, 2013). Também pode ser entedida como o “recobrimento da superfície terrestre por vegetação natural ou artificial bem como através das construções antrópicas” (NOVO, 1989 apud DOS SANTOS e PIROLI, 2015, p. 1391),

O IBGE (2013) fala que podem ocorrer de duas formas: a primeira é a transmutação de uma categoria de uso para outra, como ocorre na mudança entre a cobertura florestal para pastagem. A segunda, relacionada ao manejo, implica que a mudança dentro da própria categoria, como por exemplo, entre pequenos campos agrícolas para irrigação.

A adoção da linguagem gráfica pela geográfica permitiu com que houvesse a transformação das informações teóricas desses fenômenos em representações cartográficas. A exemplo, a aplicação das técnicas geotecnológicas que se dedicam em demonstrar os dados que ocorrem no espaço geográfico expressos através de símbolos e signos, facilitando na observação e no entendimento (OLIVEIRA et. Al, 2018)

Quando processado em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), evidencia-se informações sensoriais que trazem inúmeros dados a respeito dos elementos configurados espacialmente. Para Souza (2015), o processamento de dados e confecção de produtos cartográficos por meio das técnicas do sensoriamento remoto e geoprocessamento, valorizam as informações oriundas de análise de dados geográficos, considerado úteis durante o planejamento ambiental e social e explicitando falhas do gerenciamento público ao que tange a preservação da biodiversidade.

Essas ferramentas acompanham os objetos que se dispõem na superfície terrestre ao longo do tempo. As variações das diferentes formas de uso e cobertura da terra são observadas por inúmeros órgãos, tal como o MapBiomas, que se trata de uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa de especialistas dos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação, os quais usam processamento em nuvem e classificadores automatizados, desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine, com a finalidade de gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil (MAPBIOMAS, 2019).

Através da plataforma é possível observar as dinâmicas espaciais de elementos físicos como a área queimadas, desmatamento e as distribuições de uso e cobertura no território brasileiro, podendo criar diagnósticos e cenarizações futuras sobre esses comportamentos, evidenciando o padrão de organização e planejamento do espaço.

## **5.2 Parâmetros legislativos federais e estaduais de proteção ambiental**

Desde os primórdios, a sociedade utiliza de recursos naturais para atender as suas necessidades, fato este que vem se intensificando com o aumento populacional, surgindo assim a exigência de consumir ainda mais dos recursos utilizados. A alta demanda despreocupada da extração da matéria-prima contribui para o comprometimento ambiental da qualidade de vida das futuras gerações (THOMAS e CALLAN, 2010 apud NOGUEIRA 2017).

Os parâmetros legislativos de proteção ambiental brasileiro cumprem um papel prestadio na preservação ambiental. No Brasil, eles são baseados na Constituição Federal Brasileira de 1988, o qual é um marco legal pioneiro acerca da proteção ambiental, onde afirma, em seu Art. 225, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público, à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Nesse viés, o Código Florestal foi criado em 1934 por meio do Decreto Federal de nº 23.793/34, mas passou por sucessivas alterações. Segundo Filho et. al (2015, p. 276), a denominação “Código Florestal”, sancionado pelo presidente Getúlio Vargas, foi considerada inovadora durante a década de 30, com a finalidade de normatizar o uso das florestas brasileiras, como afirma art, 1º da lei, que “[...] expressa a preocupação em considerar as florestas nacionais em seu conjunto, reconhecendo-as como de interesse social, um bem jurídico de interesse comum do povo brasileiro”.

Além disso, o Código Florestal de 1934, normalizava a exploração da natureza e seu uso, considerando que seja de forma sustentável e protegesse a vegetação de domínio particular ou público. Contudo, observou-se que, na prática, houve alguns contrapontos que impediam a efetividade correta de tal lei, como:

[...] a falta de delimitação de áreas de preservação, de forma mais específica, além de formas de fiscalizar de forma mais eficiente as áreas protegidas. Ao longo das décadas após 1930, o Código Florestal sofreu diversas alterações até a chegada do novo Código no ano de 1965, que dentre as mudanças em relação ao revogado Código de 34 vale destacar a criação da Reserva Legal e das Áreas de Preservação Permanente APP's (FILHO et. al, 2015).

O Código Florestal de 1965 foi sancionado pela Lei nº 4.771, pelo Presidente Castelo Branco, o qual, mantendo o mesmo fim que o antigo, incorporou a preservação dos recursos hídricos, florestas protetoras além de criar as definições para Áreas de Proteção Permanentes (APP) e as delimitações para Reservas Legais a qual defendia a proteção da metade (50%) da Amazônia (BRASIL, 1965 apud FILHO et. Al, 2015).

Para Laureano e Magalhães (2011 apud FILHO et. al, 2015, p. 279), existia divergências em relação a proteção do Código sancionado em 1934 e de 1965, que de certa forma complementava-os, onde aponta que:

Enquanto o Código de 1934 tratava de proteger as florestas contra a dilapidação do patrimônio florestal do país, limitando aos particulares o irrestrito poder sobre as propriedades imóveis rurais, o Código de 1965 reflete uma política intervencionista do Estado sobre a propriedade imóvel agrária privada na medida em que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação são consideradas bens de interesse comum a todos os habitantes do País.

O Código Florestal mais recente entrou em vigor no ano de 2012, mas já vinha sendo discutido nos âmbitos legais desde 2009, onde passou durante dois anos em pauta até ser aprovado no ano seguinte. Para a EMBRAPA (2016), ele foi legalizado pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, em que estabeleceu novas regulamentações ao que se refere as APP's,

Reservas Legais (RL) e de áreas verdes urbanas, evidenciando a importância de minimizar a exploração e seus produtos.

A importância desses marcos legais se dá na fundamentação e validação científica, que para NOGUEIRA et al (2018), antigamente as primeiras Unidades de Conservação foram criadas sem embasamento técnico científico, estabelecidas, principalmente, por razões de belezas cênicas ou até mesmo por oportunismo político.

Outrossim, também se destaca a necessidade da formulação de uma lei específica para essas unidades, como a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (BRASIL, 2000).

Dentre as suas principais atribuições se destaca a divisão da UC's em dois grupos: as de Uso Sustentável (US) – o qual permite a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos - e de Proteção Integral (PI), que assegura a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais (SEMA, 2020).

De acordo com o artigo 14 do SNUC, as unidades de Uso Sustentável configuram-se em: Áreas de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Os conceitos de cada uma delas, segundo o ICMBIO (2021) estão listados no Quadro 5:

**Quadro 5 - Conceito das Unidades de Conservação de Uso sustentável.**

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL	DEFINIÇÃO
<b>Área de Proteção Ambiental (APA)</b>	Possuindo certo grau de ocupação humana, contribui para a manutenção dos recursos naturais, além dos elementos bióticos e abióticos estéticos ou culturais que são essenciais para a qualidade de vida da população. Tem como fim a proteção da diversidade biológica e disciplina o processo de ocupação, protegendo a sustentabilidade dos usos dos recursos naturais, cabendo ao ICMBIO autorizar o acesso a esta unidade.
<b>Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)</b>	A ocupação humana nesta área é relativa, considerando a sua pequena extensão. Possui aspectos peculiares que abrigam espécies raras regionais e abrigam exemplares valiosos da biota regional.
<b>Floresta Nacional (FLONA)</b>	Área com cobertura vegetal de espécies locais que tem como fundamento o uso múltiplo sustentável dos recursos naturais e de pesquisa científica, voltada para a descoberta de métodos de exploração sustentável. Esta unidade permite a moradia de populações tradicionais que já residem na área desde sua criação.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL	DEFINIÇÃO
<b>Reserva Extrativista (RESEX)</b>	Reserva usada para abrigar populações extrativistas tradicionais que dependem do extrativismo para sobreviver. Foi criada para proteger a vida e a cultura de quem ali reside, assegurando seu uso sustentável dos recursos naturais da unidade.
<b>Reserva de Fauna (REFAU)</b>	É uma área natural com populações de animais de espécies nativas, terrestres e aquáticas, residentes ou migratórias, próprios para pesquisas técnica-científicas sobre o manejo econômico sustentável dos recursos faunísticos. É proibida na área a prática da caça amadorística ou profissional, podendo ter a comercialização dos produtos e subprodutos resultantes das pesquisas, desde que obedeçam a legislação brasileira sobre fauna.
<b>Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)</b>	Área natural que abriga populações tradicionais, que vivem basicamente em processos sustentáveis de exploração dos recursos naturais, produzidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais, sendo fundamental para a proteção da natureza e a manutenção da diversidade biológica.
<b>Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)</b>	Conhecida por ser uma unidade de conservação de áreas privadas, possui o objetivo de conservar a diversidade biológica ali. O SNUC fala que a conservação da natureza é compatível com o uso sustentável dos seus recursos ambientais renováveis.

Fonte: ICMBio (2021).

O artigo 8º do capítulo III da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, estabelece que grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidade de conservação: Estação Ecológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio de Vida Silvestre e a Reserva Biológica (BRASIL, 2000 apud SEMA, 2020).

O ICMBIO (2021) define essas unidades de conservação conforme mostra o quadro 6:

**Quadro 6-** Conceito das Unidades de Conservação de Proteção Integral.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL	DEFINIÇÃO
<b>Estações Ecológicas (ESEC)</b>	Têm como objetivo a preservação da natureza e está sob domínio público. Nelas, é permitido o acesso público para fins educativos defendido pelo Plano de Manejo da unidade, somente com autorização antecipada de um órgão ambiental.
<b>Parque Nacional (PN)</b>	Senso amais antiga unidade de conservação, tem como objetivo é preservar os ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica, permitindo a construção de pesquisas científicas, educacionais, interpretação ambiental, recreação e turismo ecológico, por meio do contato com a natureza. Sua visitação está regida pela autorização do ICMBIO.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL	DEFINIÇÃO
<b>Monumento Natural (MN)</b>	Tem como objetivo a preservação de sítios naturais raros e com belezas cênicas, constituído por propriedades particulares, permitindo a visitação dos monumentos naturais com autorização do ICMBIO.
<b>Refúgio de vida silvestre (REVIS)</b>	Protege ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência e reprodução de espécies da flora ou fauna local residente ou migratória.
<b>Reserva Biológica (REBIO)</b>	Visa a preservação integral da natureza, sem interferência humana direta, a menos que seja voltado para a restauração de ecossistemas alterados com visitação pública proibido (salvo a autorização do ICMBIO).

Fonte: ICMBio (2021).

O estado do Maranhão possui uma grande biodiversidade que está assegurada por diversas leis que protege seus recursos naturais e auxilia no combate de crimes ambientais. Muitas delas foram criadas em meados da década de 40, quando foram legalizadas as áreas remanescentes do bioma amazônico (CORREIA, 2011 apud COSTA, 2016) e são regidas pelos parâmetros da Constituição Federal de 1988 e o Código Florestal de 2012.

A Lei nº 9.413, de 13 de julho de 2011, instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão (SEUC - MA) que segundo em seu Art. 1º estabelece critérios e normas para criação, gestão e implantação de unidades de conservação. O Art. 4º, inciso I, visa “contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos do Estado do Maranhão, considerados o seu território e as suas águas jurisdicionais” (MARANHÃO, 2011 Apud SEMA, 2019).

O IMESC (2020) acrescenta que o SEUC contribui para a manutenção da diversidade biológica que garantem a proteção das espécies endêmicas, raras e/ ou ameaçadas de extinção nos âmbitos intermunicipais, estaduais e regionais. Com uma imensa variedades de espécies nativas, o Maranhão possui 24 Unidades de Conservação, divididas em Unidades de Proteção Integral, Unidades de Conservação Sustentável, além das Terras Indígenas, que são assegurados pela Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973<sup>1</sup>.(COSTA, 2016).

Dentre essas unidades, está a REBIO do Gurupi que ao longo do tempo foi projetada

<sup>1</sup> A Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973 regula a situação jurídica dos índios ou silvícolas e das comunidades indígenas, com o propósito de preservar a sua cultura e integrá-los, progressiva e harmoniosamente, à comunhão nacional (BRASIL, 1973).

por inúmeros amparos legais, até chegar às configurações legislativas atuais. Em 25 de julho de 1961 foi criado o Decreto de nº 51.026 que cria a Reserva Biológica do Gurupi com uma delimitação de 16.740 km<sup>2</sup>, respeitando dentro do polígono as Terras indígenas (UCB, 2020).

Vinte e sete anos após a publicação e revogação do primeiro documento jurídico, em 12 de janeiro de 1988, surgiu o Decreto nº 95.614, afirmando que a REBIO tem que preservar uma parte da Floresta Amazônica, em uma faixa de 341.650 hectares (BRASIL, 1988).

A Portaria de número 167, criada em 24 de dezembro de 2002, aprovou o Plano de Manejo criado em 1999, o qual é um documento que usou de técnicas ecológicas participativas para determinar o zoneamento e caracterizar cada uma de suas zonas, buscando seu desenvolvimento físico que atendam a conservação da natureza nas unidades de conservação de uso indireto (UCB, 2020).

Ainda segundo a UCB (2020), também destaca-se a Portaria 50 de 29 de agosto de 2016 que suspendeu temporariamente os processos de Licenciamento e autorização de retirada de vegetação que já foi retirada da Zona de Amortecimento e ainda está em trâmite.

### **5.3 Uma breve reflexão sobre a conectividade da REBIO do Gurupi com outras unidades de conservação**

Apresentando uma vasta biodiversidade, a REBIO em conjunto com as Terras indígenas formam um berçário ecológico na Amazônia. Para Brasil (2020), a área é composta pela influência direta da Reserva Biológica do Gurupi, unida às terras indígenas Alto Turiaçu, Caru e Awa – que são adjacentes a REBIO – e as Terras Indígenas Alto Rio Guamá, no estado do Pará, compondo o chamado “Mosaico Gurupi”. Se estima que 75% da Amazônia Maranhense já foi desmatado e 25% dos remanescentes remanescentes encontram em essas áreas protegidas (CELENTANO et al. 2018)

Para o SNUC (2000 apud CELENTANO et. Al, 2018), um Mosaico é um conjunto de unidades de conservação que são adjacentes uma a outra, podendo ter categorias iguais ou não e possuir o mesmo objetivo de conservação socioambiental, gerenciadas de forma integral e participativa.

Reconhecido pelo Ministério do Meio Ambiente, está amparado pela Portaria nº 482, de 14 de dezembro de 2010, que instituiu os procedimentos cabíveis para o reconhecimento dos mosaicos. Segundo Celentano et. al (2018), no Brasil, existem 15 mosaicos legalizados, fora o Mosaico do Gurupi - que ainda não foi reconhecido - acirrando ainda mais as atividades conflitantes nas referidas unidades de conservação.

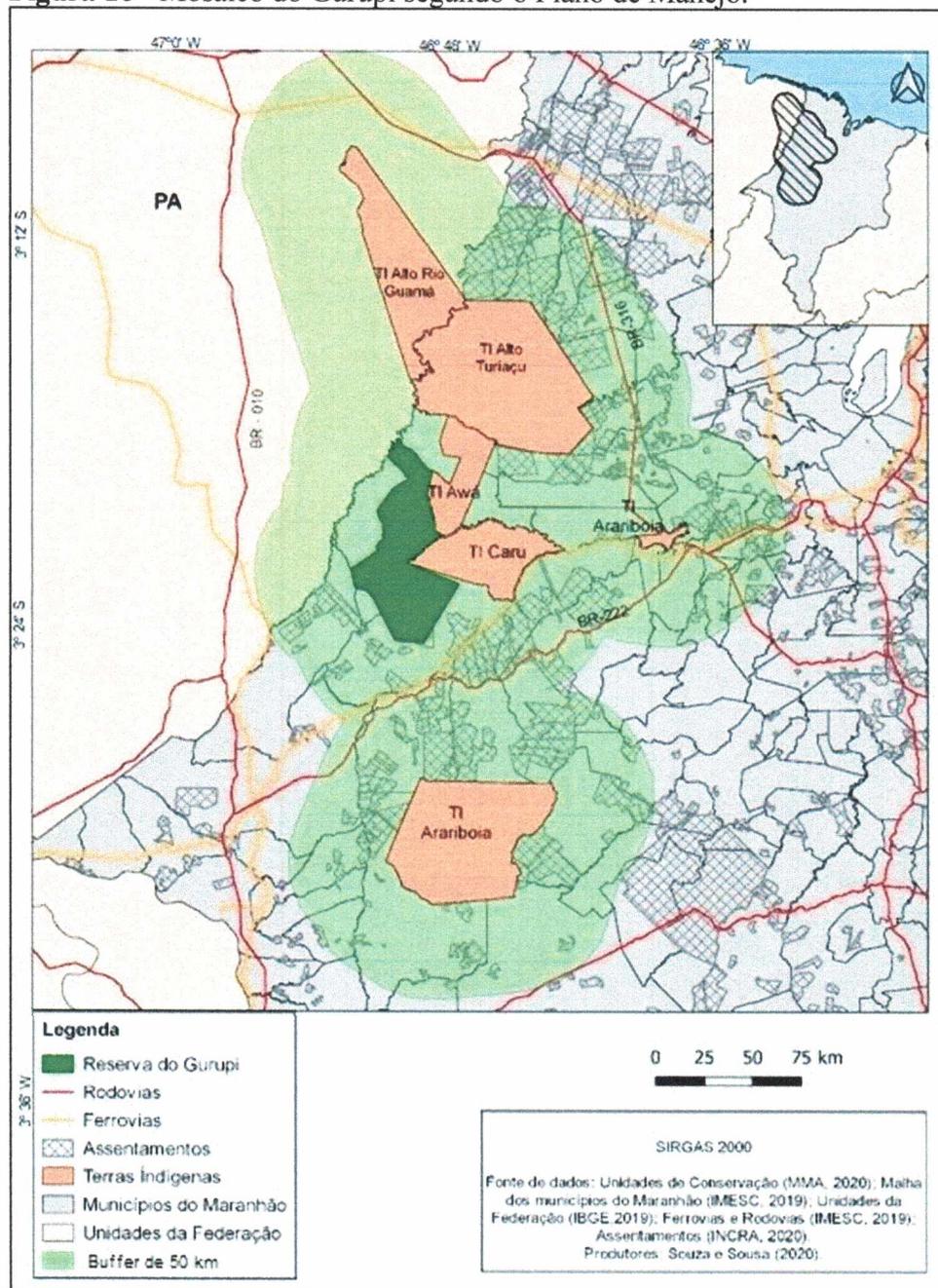
Na região do mosaico Gurupi, a presença das rodovias BR-010 e a BR-222 contribuem diretamente para a intensificação do corte ilegal de madeira e da vegetação, os quais tem aumentado em conjunto com o crescimento demográfico e econômico de inúmeros municípios que estão contidos no mosaico.

Acrecenta-se que os impactos da maior ferrovia que liga os estados do Maranhão e Pará, a ferrovia Estrada de Carajás que possui 892 quilômetros de extensão e liga a maior mina de minério de ferro a céu aberto do mundo, em Carajás, no sudeste do Pará, ao Porto da Ponta da Madeira, em São Luís, segundo Companhia Vale do Rio Doce (2020). A sua criação, deu início a uma intensa exploração predatória dos recursos florestais em função do desenvolvimento de serrarias e carvoarias na região, a partir da década de 60, quando começaram a surgir algumas atividades econômicas na região (ICMBIO, 2020).

Pensando nisso, o Plano de Manejo da REBIO, criou uma zona de amortecimento para a REBIO, com uma área de influência de 50 km, a qual abrange 108 Projetos de Assentamentos, a BR-316, quatro municípios contidos dentro a reserva, 22 municípios maranhenses e mais 8 do Pará, onde cortam os rios Gurupi, Pindaré, Turiaçu, Buriticupu, Zutiua e Guamá, entre outros tributários.

A figura 16 mostra a região do Mosaico do Gurupi, onde a Área de Influência do Mosaico Gurupi delimitada pelo buffer previsto no Plano de Manejo.

**Figura 16 - Mosaico do Gurupi segundo o Plano de Manejo.**



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

#### 5.4 Relação e consequência do desmatamento, reflorestamento, regeneração e o surgimento de queimadas

A Amazônia brasileira nos últimos anos tem passado por intensas transformações na cobertura vegetal. Essas metamorfoses estão associadas ao desmatamento e reflorestamento,

regeneração os quais são termos bastantes relacionados, principalmente quando associados a um quarto fator, as queimadas.

Em conformidade com Santos et. Al (2017, p. 159), o desmatamento é a retirada da cobertura vegetal que “geralmente, está ligado a uma ocupação e uso desordenados do solo e dos recursos naturais”, ocasionando perdas da biodiversidade vegetal e animal, erosibilidade e empobrecimento do solo, assoreamento dos rios e mudanças microclimáticas regionais como a diminuição de regimes de chuvas, aumento do período de estiagem devido as alterações do ciclo hídrico.

Segundo o autor, a compactação do solo leva a redução de nutrientes e, sucessivamente, a perda da produtividade agrícola, induzindo aos produtores a utilizar novas alternativas em solos degradados. Outrossim acrescenta também, que o desmatamento na Amazônia, embora esteja ligado a execução de atividades socioeconômicas, provoca danos negativos para outras regiões agrícolas do país, impactando também outros países da América do Sul, tal como diz CORREIA et al. (2007 apud SANTOS et. al, 2017).

O ciclo hidrológico é fortemente impactado pelo desmatamento, levando a alteração do transporte de umidade para as regiões sul e sudeste do Brasil através dos jatos de baixos níveis. Essas modificações são capazes de causar impactos na ciclagem de água e da precipitação, fazendo com que durante a época de transição da estação seca para chuvosa, que ocorre durante os meses de setembro a outubro na Amazônia [...].

No Brasil, o desmatamento ilegal da madeira sofre pena prevista na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 que descreve como atividade criminosa pelo ato de destruir, danificar, cortar árvores degradar e explorar para fins econômicos a cobertura florestal (TJDFT, 2021).

A queimada está associada ao desmatamento e a perda de cobertura vegetal nas terras brasileiras, uma vez que são causadas por influência natural ou antrópica, tornando assim alvo de pesquisa nas últimas décadas. O fogo é algo comum do ambiente brasileiro, usado como uma ferramenta para limpar áreas recém-desmatadas e pastos, considerado elemento que precisa de maior atenção durante o controle (NEPSTAD et. Al, 1999 apud SILVÉRIO, 2019)

Na Amazônia legal, a queima é ligada a ação humana que seguem o rastro do desmatamento, o que para o Silvério (2019), se acirra no período de seca extrema que é quando a umidade do chão da vegetação diminui, criando chamas com facilidade e desequilíbrios para o ecossistema. Além de eliminação de determinadas espécies sensíveis ao fogo, aumento da taxa de erosão, emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases, alteração química do solo e doenças respiratórias (ALVES e ALVARADO, 2019).

Quando as taxas de desmatamento são menores, fica mais evidente a relação das queimadas com eventos climáticos. Contudo, quando se associasse com a retirada de vegetação humana, as taxas de incêndios podem ser maiores (IPAM, 2019 apud SILVÉRIO, 2019).

Uma área de queimada quando não é supervisionada corretamente, pode se transformar em incêndios quando não há medidas de segurança próprias para fiscalizá-la. Esse fator ocorre devido as condições atmosféricas, como afirma o ZEE (2019):

[...] quantos mais dias críticos houver mais seco se tornará o material florestal e mais favorável se tornarão as condições atmosféricas para o surgimento e propagação de ocorrências de queimadas descontroladas (SOUZA et al., 2012). Por fim, conforme Oliveira et al. (2012) é importante ressaltar que as condições de risco de ocorrência de queimada e de incêndio, não estão relacionadas à obrigatoriedade do episódio, e sim, ao cenário climático que torna propícia a ocorrência [...].

Na região do Gurupi, particularmente situados entre os municípios de Bom Jardim e Centro Novo do Maranhão, enquadra-se uma reduzida probabilidade de ocorrência de queimadas, especialmente na região que abrange a REBIO do Gurupi por serem caracterizados “por relevo plano, vegetação ombrófila densa, baixo grau de urbanização e, conseqüentemente e reduzida densidade demográfica” (ZEE, 2019).

Para reverter essa situação, a própria natureza e os mecanismos humanos criam maneiras de recuperar esses danos ocasionados pelo desmatamento, por meio da regeneração natural, restauração, reabilitação, reflorestamento e Sistemas Agroflorestais (AGROICONE, 2020). Neste trabalho, aborda-se somente os termos de regeneração e reflorestamento durante as análises de uso e cobertura. Desta forma, conceitua-se:

Regeneração natural – é quando a vegetação, após passar por alguma perturbação ambiental, como por exemplo, a queima ou o desmatamento, logo em seguida, a vegetação volta ao tipo que era antes. De acordo com o Museu Paraense Emílio Goeldi (2019), apesar da regeneração desses ambientes serem naturais, levam muito tempo até recuperar a biomassa e um pequeno percentual das matas nativas, evidenciando a relevância da manutenção das florestas naturais.

Reflorestamento: é uma outra alternativa, uma vez que é baseada no plantio intencional de árvores de grandes escalas como forma de recuperar o sequestro e estoque de carbono, diminuir a erosão do solo e do aumento de inundações, além de ser uma forma de recompensar as emissões de gases de efeito estufa provocado pela sociedade. (FAPESP, 2021). Está assegurado na Lei Federal nº 4.771, de 16 de setembro de 1965 e na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, as quais declaram que, após a retirada de matéria-prima florestal é obrigatório

reflorestar o equivalente ao consumido. Inclui que, o plantio com espécies nativas ou exóticas, vão depender das condições legais e fica sob a fiscalização do órgão ambiental (BRASI, art. 35, § 1º, 2012).

As áreas reflorestadas são usadas tanto para fins comerciais (Floresta Plantada) quanto para ecológicos (Mata Nativa). A Floresta plantada é voltada para o cultivo de monoculturas, tal como acontece com o eucalipto, pinus, acácias entre outros, estando dentro das atividades de silvicultura, que para o IBGE (2013) o reflorestamento:

[...] não se considera se o plantio é realizado em áreas anteriormente povoadas com espécies florestais ou não; considera-se reflorestamento todas as áreas povoadas com essências florestais, independentemente do ambiente. Os plantios podem ser heterogêneos, homogêneos e consorciados. O plantio heterogêneo é utilizado para enriquecimento de florestas e na recuperação das florestas nas margens dos rios. O plantio homogêneo refere-se a plantios puros, normalmente feitos com espécies exóticas, como pinus, eucalipto e acácia-negra, e no consorciado se utiliza de espécies florestais entremeadas de espécies agrícolas de ciclo curto. Os reflorestamentos incluem espécies florestais para múltiplas finalidades, tais como a acácia-negra, algarobeira, andiroba, angico, bambu, bracatinga, canela, carvalho corticeiro ou sobreiro, casuarina, caxeta ou tabebuia [...]

Com base no exposto, observa-se que as florestas brasileiras, em especial a amazônica, vem passando por modificações vegetais ligadas a esses impactos e mecanismos positivos e negativos como mencionado anteriormente.

## **6 CLASSIFICAÇÃO DE USO E COBERTURA DA TERRA PARA O BIOMA AMAZÔNICO**

O Projeto MapBiomias, Coleção 5, classifica as formas de uso e cobertura para o bioma amazônico e os outros biomas em quatro níveis, sendo que o primeiro nível é a área de Floresta Natural, Floresta Não Florestal, Agropecuária, Área Não Vegetada, Corpos d' água e Zonas não observáveis que é quando há o bloqueio durante a identificação dos elementos na superfície.

Já o nível II é o maior subgrupo do nível I, sendo formado pelas formações de cobertura vegetal e os usos. O nível III são as divisões do nível II, o qual somente existe nas atividades antrópicas (MAPBIOMAS, 2019). Destaca-se que todos esses níveis abrangem todos os biomas brasileiros.

A Floresta natural é subdividida em apenas um nível formado pelos grupos da Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue e Restinga Arbórea. A Formação Florestal, apesar de possuir uma conceituação diversificada e ampla, representa um conjunto de sinúsias dominado por fanerófitos de alto porte, com quatro estratos bem-definidos (herbáceo, arbustivo,

arvoreta/arbóreo baixo e arbóreo) (IBGE, 2013).

Esta formação é caracterizada pelo bioma amazônico, qual possui uma vegetação densa, resultante de sucessivos processos naturais e que tem sofrido com a retirada total ou parcial da vegetação pela influência humana ou natural. (MAPBIOMAS, 2019). É subclassificada em Densa e Aberta: a Densa tem características aluviais, de Terras baixas e Submontanas, compondo 6% do Maranhão, na porção oeste. Já a Aberta, engloba 0,18% do território, com resquícios da Vegetação Secundária. Encontra-se nela a Floresta de Babaçu, mais conhecida como Mata de Cocais (IBGE, 2013).

A formação savânica é caracterizada pela sua estrutura arbórea de porte médio ou baixo que variam de 3 a 10 metros, em geral espaçadas e com copas amplas e as sinúsia herbácea qual é praticamente contínua, formando um tapete entre as árvores e arbustos. Formação vegetal aberta com um estrato arbustivo e/ou arbóreo mais ou menos desenvolvido, estrato herbáceo sempre presente e é formada por Savana Parque, Arborizada e Florestada.

Para o ZEE (2019), a Savana Arborizada (Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso) faz parte de formação natural. Possui fisionomia que se caracteriza por ser lenhosa rala e outra gramínoide contínua, sendo susceptível a ocorrência do fogo, com composição florística marcado pela faveira (*Fabaceae Mimosoideae*). É restrita a áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, apresentando espécies que variam de 6 a 8 metros de altura e com composições florísticas marcadas pelo pequi (*Caryocaraceae*), pau-de-colher (*Vochysiaceae*) etc.

Já a Savana Parque (Campo-Sujo-de-Cerrado) é um subgrupo de formação, constituída essencialmente por um estrato gramínoide, de florística natural, entremeado por arbustos isolados, com conotação típica de um “Parque Inglês” (Parkland) (ZEE –MA, 2019, p. 77).”

Usando as palavras de Brasil (2012 apud ZEE, 2019), áreas de mangues tem uma grande função ecológica que mantém a integridade na faixa da costa maranhense, se estendendo dos municípios de Carutapera a Humberto de Campos, conceituados por serem ambientes estuarinos que inundam periodicamente com águas doces vindo de rios de origem salobro.

A restinga para a CPRM (2019), é tida como um espaço geográfico constituído por depósitos arenosos paralelos a lista costeira extensa, com formação de sedimentação que é influenciado pela maritimidade, construída pela cobertura vegetal em mosaico, fisionomias campestres, arbustivas até arbóreas (SUGUIO E TESSLER, 1984; CONAMA, 2002; SCARANO, 2002; SILVA E BRITZ, 2005 apud LIMA et. Al, 2018).

As Formações Não Florestais são divididas em Campo alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Apicum, Afloramento Rochoso e Outras Formações não Florestais (estes

dois últimos não estão classificados no bioma amazônico). O MapBiomas (2019) classifica Campos Alagados e Áreas Pantanosas como áreas que apresentam vegetação de várzeas ou campestre que são influenciadas pela dinâmica fluvial e/ou lacustre. Além disso, são caracterizados por ter campos flúvio-marinhos, áreas de fisionomia florística pouco variável e inundadas periodicamente com espécies adaptadas ao solo alagado (IFMA, 2019).

Já as formações campestres são predominantemente de estrato herbáceo e algumas áreas de formação savânica como Parque de Cerrado e Cerrado rupestre. Ademais, ocorrem em solos profundos de terrenos rochosos e arenosos, bem drenados podendo corresponder a floresta nativa ou plantada, e sua estrutura é influenciada pelo manejo da pecuária, (MAPBIOMAS, 2019).

O IBGE (2013) entende a formação campestre como uma vegetação variada na floresta, com estratos arbustivos, bem distribuídos sobre gramíneas lenhosas, podendo ser encontradas em savanas estepes planaltinas, campos rupestres das serras e nas restingas com expressões de modificações humanas. Para a ZEE (2019), é dividida em: Campo Sujo (presença de arbustos e subarbustos no estrato arbustivo-herbáceo); Campo Limpo (arbustos e subarbustos menos expressivos) e Campo Rupestre (diferencia-se no substrato, formado pelo afloramento rochoso e florístico que inclui ocorrência de espécies endêmicas).

O MapBiomas (2019) cita que as áreas de Apicuns ou Salgados “são formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada do manguezal, em geral na transição entre este e a terra firme.” Estão associados aos ecossistemas de manguezais e ocorre na região entre a maré e a terra firme.

Contida nas áreas antropizadas, a Agropecuária é a junção das atividades ligadas a Agricultura, a Pecuária e a Silvicultura, onde o primeiro termo (a agricultura) se refere a produção vegetal de diversas escalas que inclui a horticultura, florestas e pastagens plantadas ou manejadas. É dividida em: Lavoura temporária – que é o cultivo de plantas de curta ou média duração, com ciclo que não chega a completar ano, a qual após a produção o terreno, fica disponível para novo plantio (IBGE, 2013). Esta lavoura e inclui a soja, cana, arroz e outras lavouras temporárias, este não se enquadra em nenhuma das classes acima com a presença de plantação de feijão verde, jerimum, alfafa, etc.

A agricultura também é subclassificada em Lavoura Perene, que compreende as plantações duradouras de longa duração, como café, citrus e outras lavouras permanentes (IBGE, 2013; MAPBIOMAS, 2019).

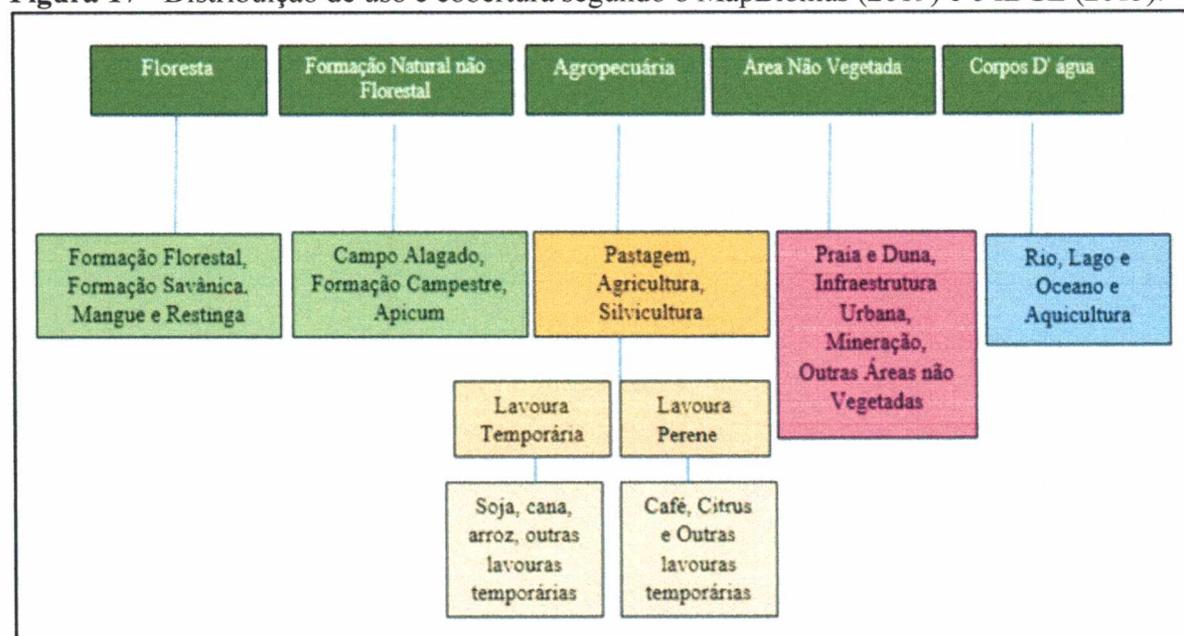
A pecuária refere-se à produção de animais que compreende a criação de bovinos, equinos, caprinos, pesca, aquicultura, etc (SANTOS, VIAN e MATTEI, 2021), estando associada a formação campestre que pode ou não ser pastejada (MAPBIOMAS, 2020).

Já a Silvicultura inclui espécies arbóreas como eucalipto, pinus, araucária e seringueira que são voltadas para comercialização. O IBGE (2013), acrescenta que é uma atividade voltada para o cultivo florestal que a recupera e conserva, desempenhando um papel benéfico para a paisagem. É dividida em reflorestamento (plantio de espécies nativas) e cultivos de sistema agroflorestal (manejo arbóreo com a incorporação de diversas árvores nos campos agropecuários).

As Áreas Não Vegetadas envolvem as praias e dunas (cordões arenosos sem vegetação), infraestrutura urbana (estradas, vilas, vias e edifícios), mineração (extração mineral industrial ou artesanal) e outras áreas não vegetada (áreas não permeáveis). Por fim, tem os Corpos D' água distribuídos entre Rios, Lago e Oceano e a classe da Aquicultura, que são lagos artificiais (MAPBIOMAS, 2020).

A Figura 17 abaixo resume essas classificações em níveis para o Bioma Amazônico, levando em consideração a Coleção 5 do MapBiomias (2019) e o IBGE (2013):

**Figura 17** - Distribuição de uso e cobertura segundo o MapBiomias (2019) e o IBGE (2013).



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

## 6.1 Análise estatística das mudanças de uso e cobertura na Reserva Biológica do Gurupi entre os anos de 1985, 1995, 2015 e 2019

A Reserva Biológica do Gurupi é constituída por inúmeras tipologias de uso e cobertura identificadas pelo catálogo dos códigos de legendas do MapBiomas, coleção 5. De acordo com a identificação, a reserva entre os anos de 1980 a 2019 era formada pela Formação Florestal (classe 3), Formação Savânica (Classe 4), Formação Campestre (Classe 12), Pastagem (Classe 15, Rios, Lagos e Oceanos (Classe 33), Soja (Classe 39) e Outras Lavouras Temporárias (Classe 41).

A REBIO era formada majoritariamente nos anos de 1985, com 94,89% da área total, pela de Formação Florestal (Classe 3) e a menor, a de Formação Campestre (Classe 12) com 0,02%. Já a Pastagem (Classe 15) era a segunda com maior expressão na área, com 5,02%, concentrando-se mais ao norte da reserva no município de Centro Novo do Maranhão. Já a presença de Rio, Lago e Oceano (classe 33) era de apenas 0,07% e nem chegou a aparecer no mapa (Figura 18).

O ano de 1995 apresentou uma queda em sua Formação Florestal, registrando 90% da porcentagem total, em contrapartida a pastagem cresceu cerca de 4,88% e representou 9,90%, explicando assim a diminuição na vegetação nativa da região, particularmente com maior predominância em Centro Novo do Maranhão (ao norte) e nas bordas no sentido leste, oeste e sul da reserva. Em menor proporção a classe Rio, Lago e Oceano correspondeu a 0,08%, crescendo 1% em relação a década anterior e sendo mais perceptível em Centro Novo do Maranhão (ao norte e no centro da REBIO). Enquanto a Formação Campestre não apresentou mudanças significativas, com 0,02%. As demais classes não apresentaram números expressivos (Figura 19).

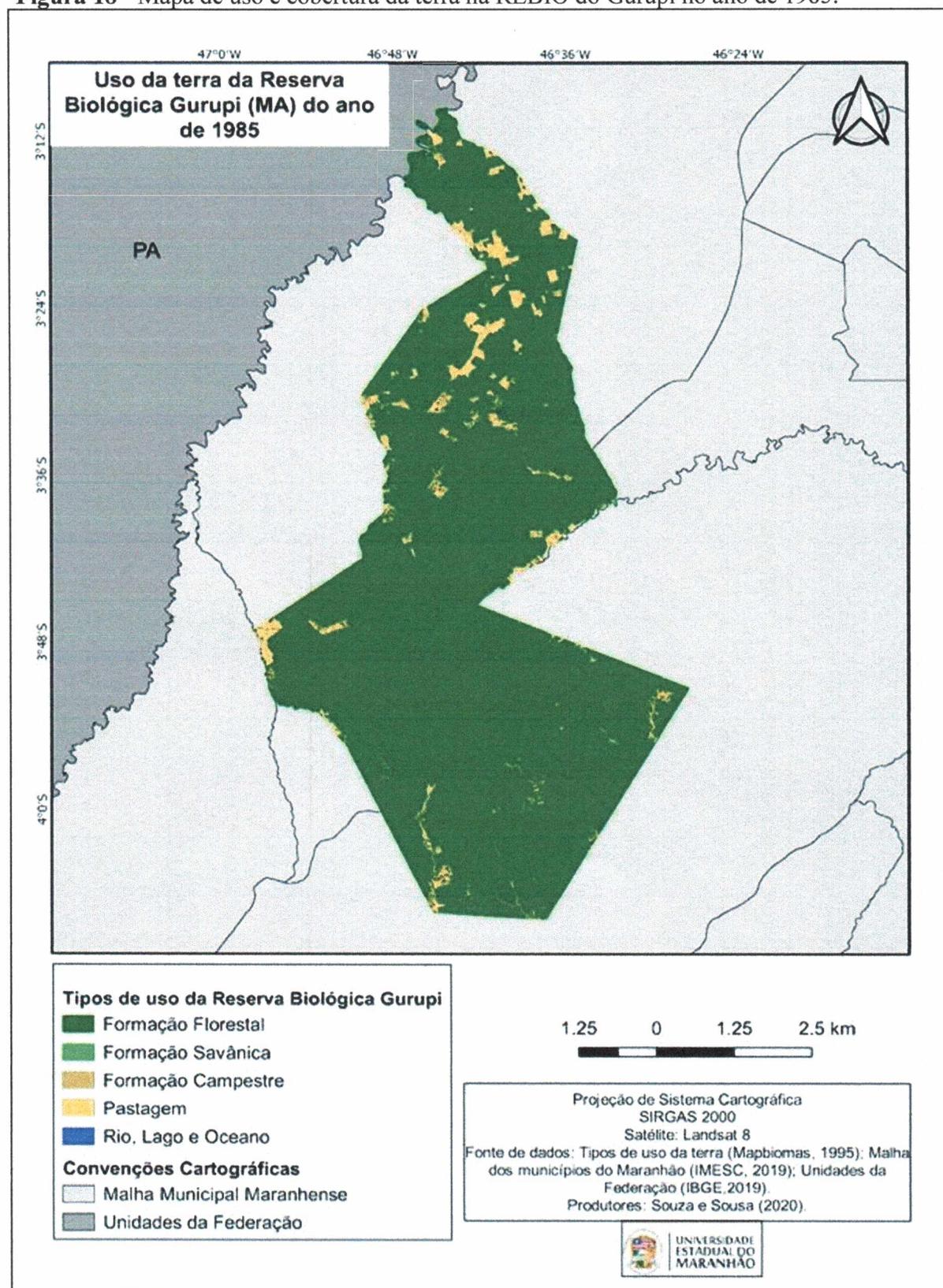
O ano de 2005 foi o ano estudado que mais apresentou queda na tipologia Formação Florestal, cerca de 6,61%, representando assim 83,39% em relação a década anterior. Seguindo a tendência dos anos passados, a Pastagem cresceu nos três municípios de abrangência, representando 16,52% do território. Neste ano surgem duas novas categorias, sendo elas a Floresta Plantada (9), com 0,00%, e as Outras Lavouras Temporárias (41), correspondendo a 0,02%. A Formação Campestre (0,01%) e o Rio, Lago e Oceano (0,06) apresentaram uma queda de 0,01% e 0,02%, respectivamente, em relação ao ano de 1995 (Figura 20).

Em 2015 a classe mais incidente na região, a Formação Florestal, representou 81,77% e apesar do contínuo declínio em relação aos anos anteriores, foi a menor queda em comparação a todos os anos estudados. Apesar de seu aumento, a Pastagem (18,15%) cresceu apenas 2,25%

em relação ao ano de 2005, se expandindo para o interior da reserva. A tipologia Formação Savânica (4), com 0,00%, permaneceu sem representatividade, assim como as Outras Lavouras Temporárias (0,00%) que apresentou uma queda de 0,02% ao ano estudado anteriormente. Ademais, a formação campestre (0,01%) se manteve em mesma incidência e em contrapartida a classe Rio, Lago e Oceano (0,07) cresceu 0,01% (Figura 21).

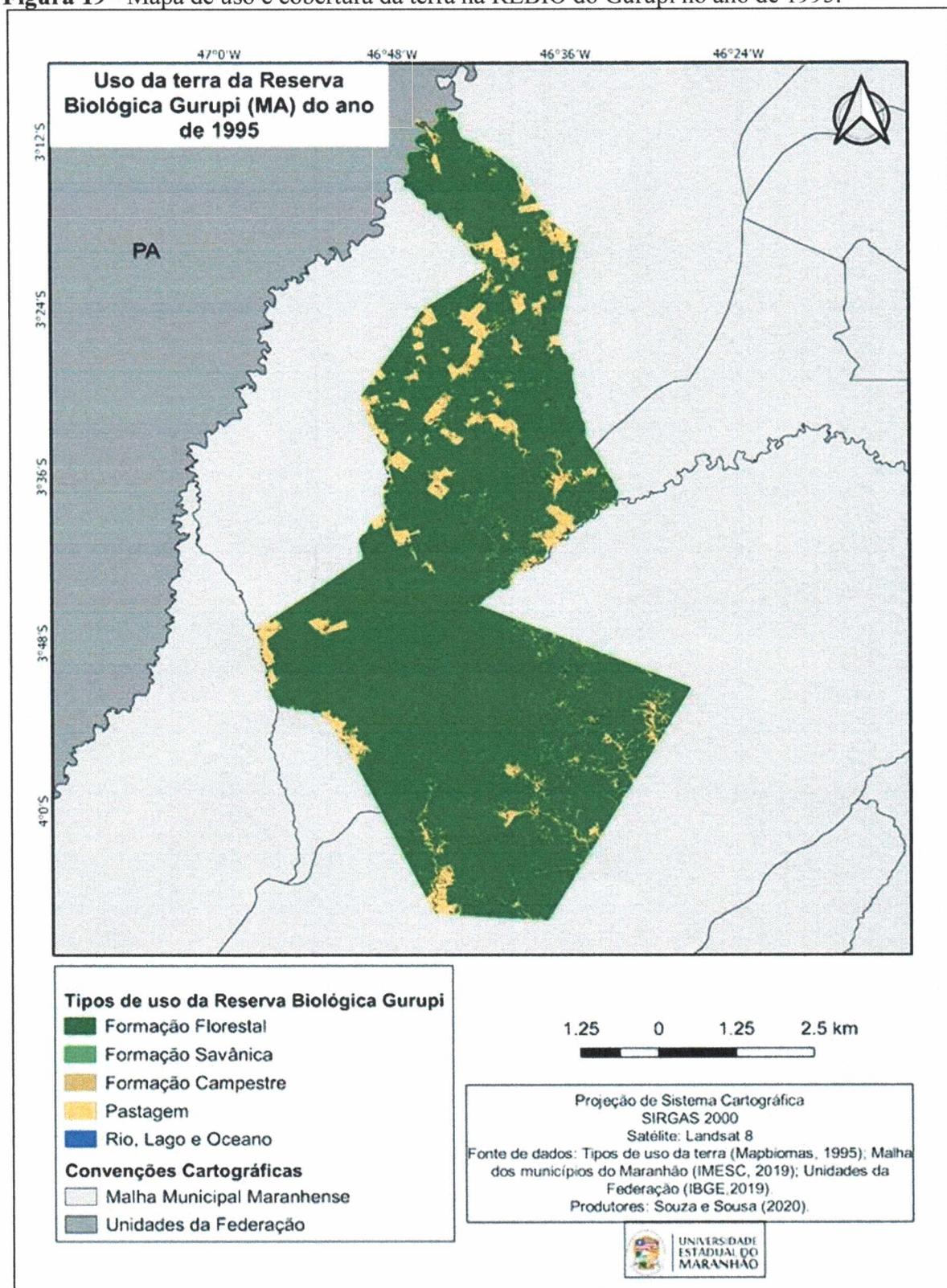
O ano de 2019 seguiu uma redução de 4,88% na Formação Florestal que representou 77,41% da região, em compensação houve um crescimento de 3,94% da pastagem (22,09%) em relação ano de 2015, onde pode-se observar que a reserva foi toda comprometida, especialmente nos municípios de Centro Novo do Maranhão e Bom Jardim. Em destaque também para tipologia Rio, Lago e Oceano (0,44%) que expôs um crescimento de 0,37% em relação a 2015, assim como as Outras Lavouras Temporárias que apresentou o seu ápice durante todos estes anos, correspondendo a 0,06%. Este ano apresentou uma nova tipologia, a Soja (0,00%) que junta a Formação Savânica (0,00%) e a Formação Campestre (0,01%) não corresponderam a uma porcentagem significativa (Figura 22).

**Figura 18** - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 1985.



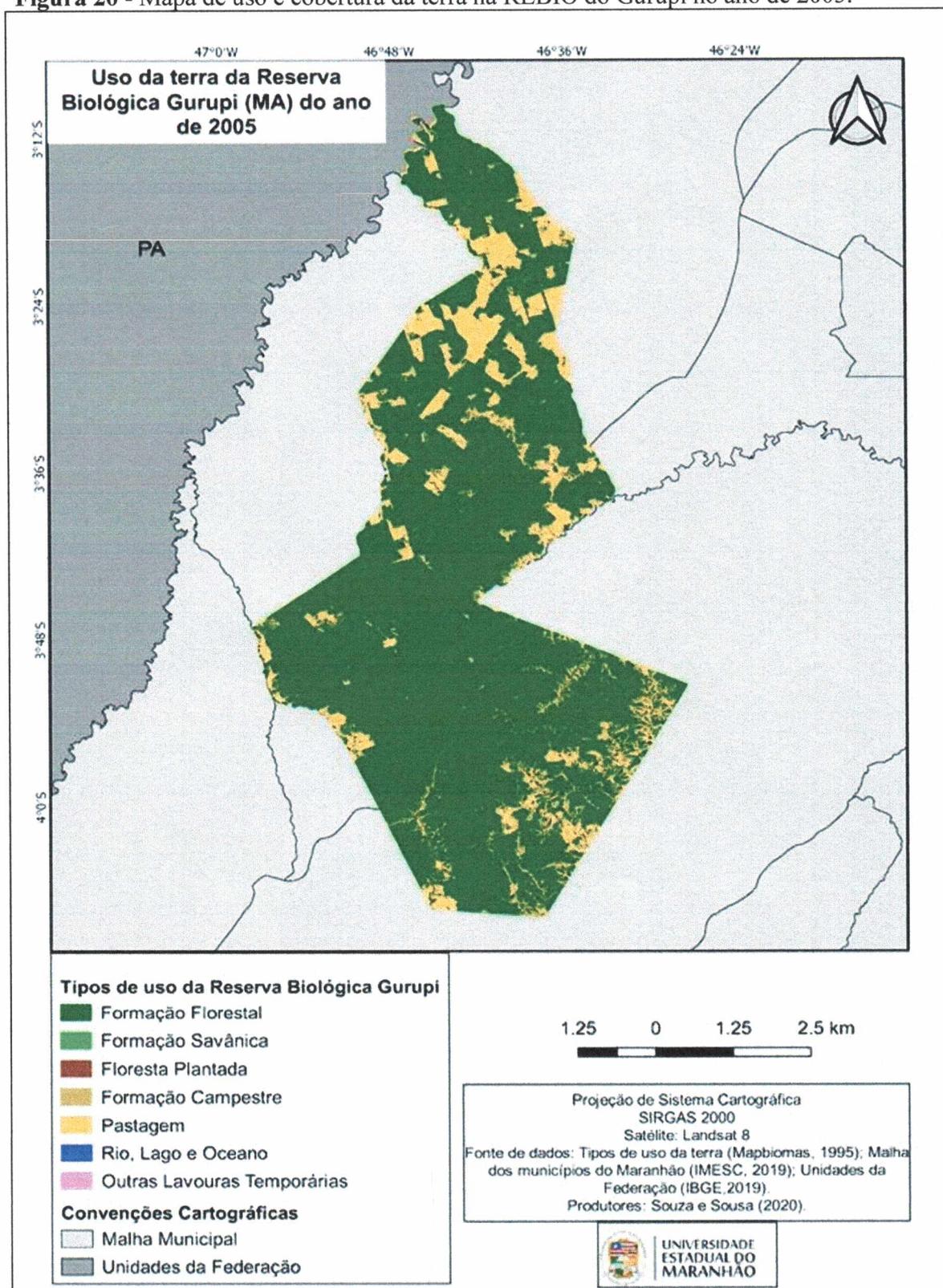
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 19** - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 1995.



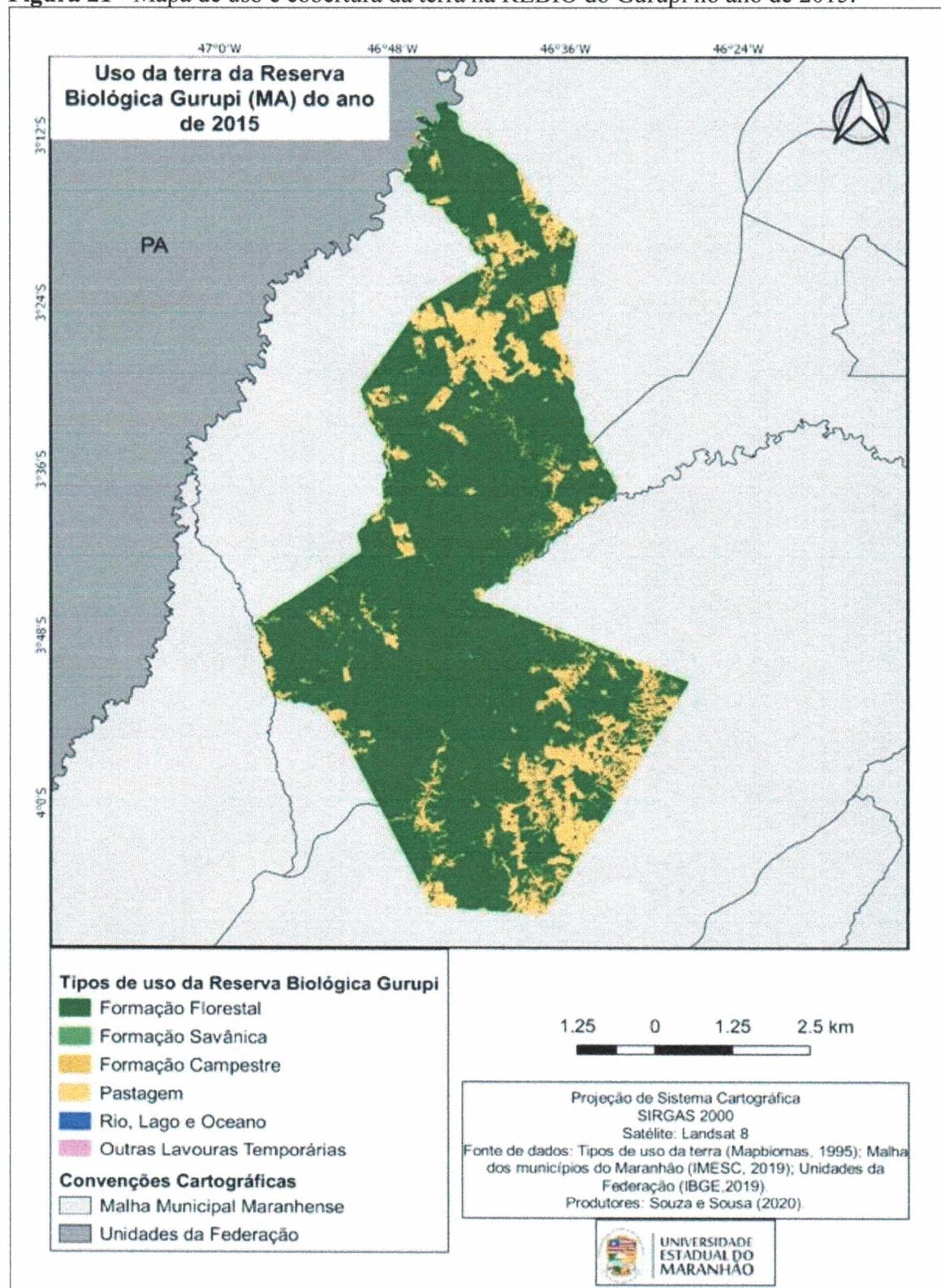
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 20** - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2005.



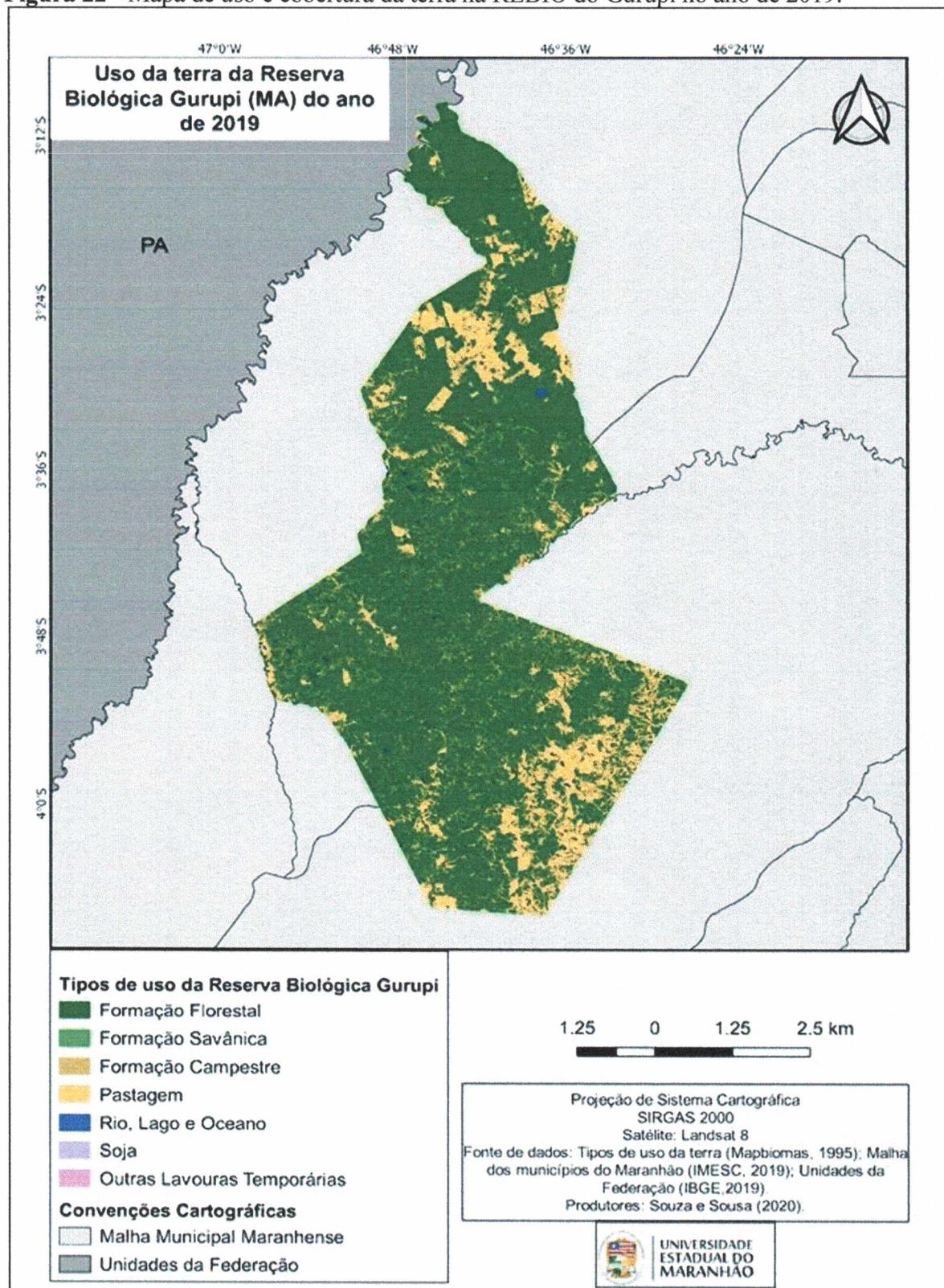
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 21** - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2015.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

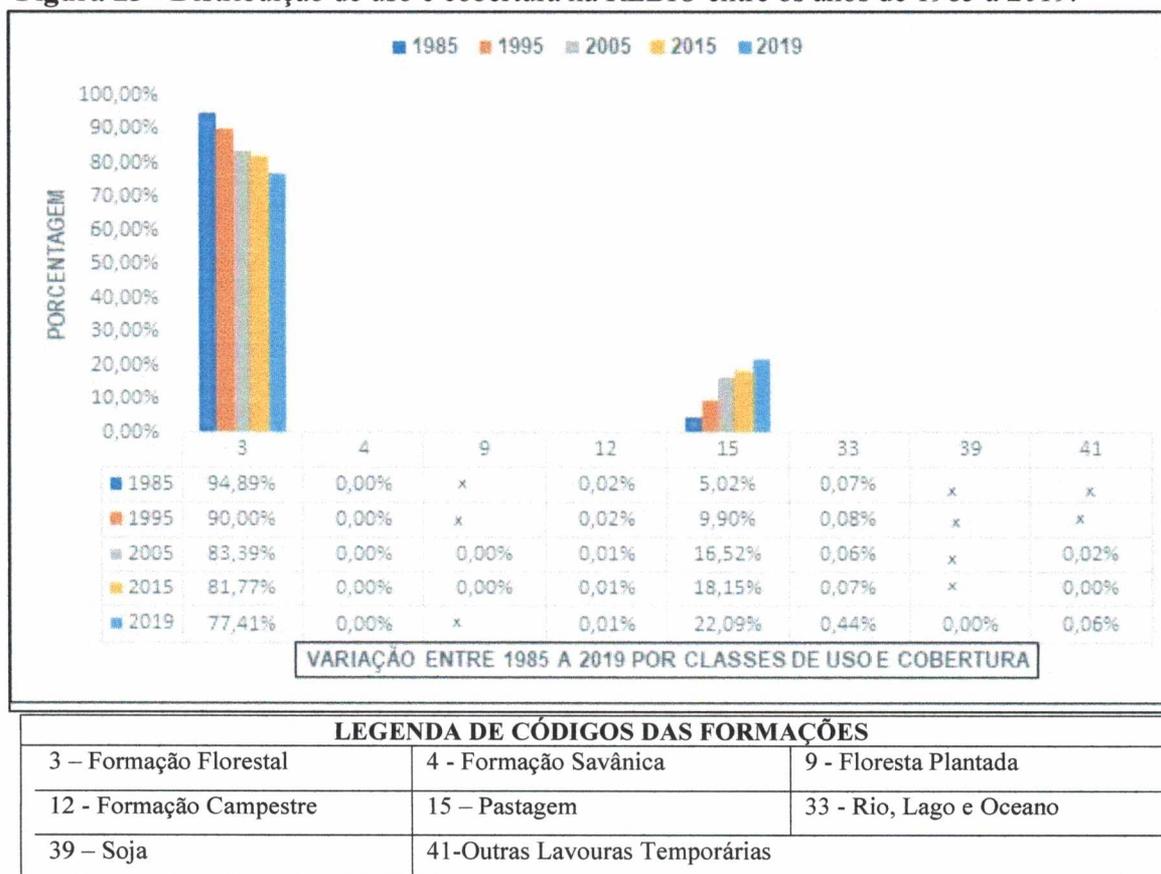
Figura 22 - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2019.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

A figura 23 expressa graficamente a distribuição representado pelos mapas, onde apresenta cada porcentagem de uso e cobertura entre os anos de 1985 a 2019.

**Figura 23** - Distribuição de uso e cobertura na REBIO entre os anos de 1985 a 2019.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

### 6.1.1 Desmatamento, reflorestamento e regeneração entre as décadas de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019

É sabido que as intensas atividades antrópicas irregulares têm causado inúmeros danos para a biodiversidade. Na REBIO do Gurupi não tem sido diferente, uma vez que com a construção das rodovias e ferrovias que cortam a reserva, além dos assentamentos irregulares tem transformado a cobertura vegetal existente na área.

Com base nos dados de uso e cobertura, observou-se a dinâmica do desmatamento e da regeneração ao longo do tempo onde apontaram que em 1985-1995, a REBIO do Gurupi teve aproximadamente 1% de transformação da Formação Florestal para a abertura da Pastagem (315), a qual era de 4% na região, representando um desmatamento de 6% da área original. Na mesma década houve uma pequena transformação abaixo de 1% das áreas florestadas em

Formação campestre (912), ou seja, aumento sem muita expressividade da vegetação natural não florestal o que pode estar ligada a abertura de campos para pastagem

Apesar disso, nesse mesmo espaço temporal, em alguns pontos, a Pastagem foi substituída pela Formação Florestal (1503), com um percentual de 1%, representados pelos códigos 1503, indicando uma possível área em regeneração. Ademais, a mesma área antrópica agrícola transformou-se em água (1533) (Figura 24).

Na década seguinte, apesar de terem um percentual quase insignificante do ano de 1995 para 2005, as áreas que eram identificadas pela Formação Campestre foram modificadas pela Formação Florestal (123), apontando regeneração da vegetação; a Formação Florestal passou para a Floresta Plantada (309), ou seja, reflorestamento; transformação da Floresta para Outras Lavouras Temporárias (341), com percentual de 0%, com o cultivo de lavouras a curto prazo no meio da mata densa.

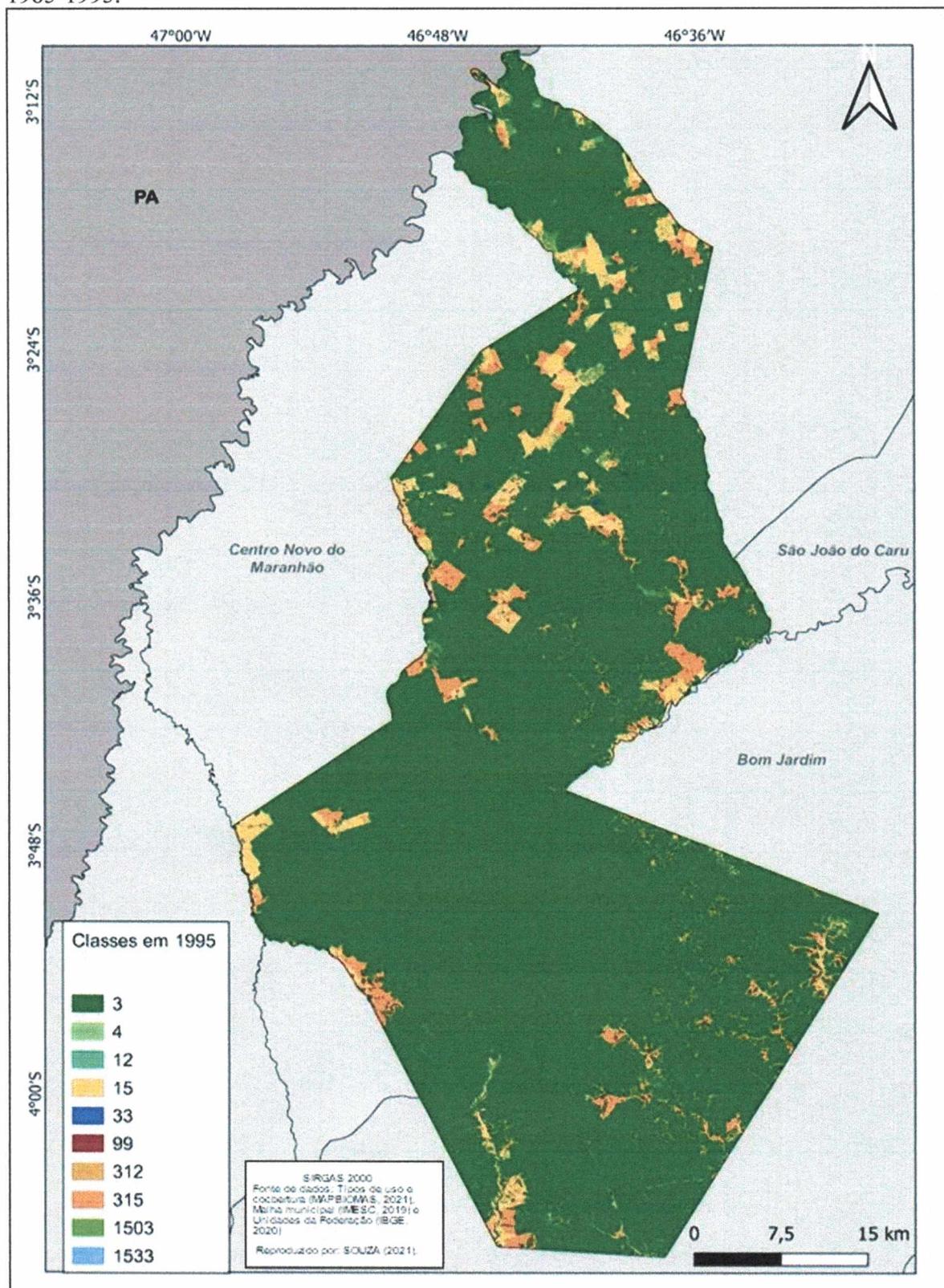
As maiores transformações ocorreram com a redução das áreas florestadas para a pastagem (315) e da recuperação de algumas áreas que eram voltadas para o pasto e viraram florestas (1503), com percentuais de 9 e 3%, respectivamente. Isso significa que o desmatamento está sendo maior que a regeneração (Figura 25).

Já entre os anos de 2005 a 2015, a pastagem (15) representava 12%, água (33), Outras Lavouras Temporárias; o código 114 que expressa a mudança de Campo Alagado e Área Pantanosa para Formação Savânica com 0%; o código 123 indica a transformação de Formação Campestre para a área Florestada, com percentual de 0%, com uma pequena margem de regeneração.

O desmatamento nesse ano foi na passagem da Formação Florestal para pastagem (315) que foi de 6%, além das mesmas regiões florestais que houveram <1% (mudança bem pequena) para Outras Lavouras Temporárias (341), a qual em algumas áreas regenerou em formação florestal (0%). Também houve regeneração de 7% da área de pastagem para a Formação Florestal no ano de 2005 para 2015 (Figura 26).

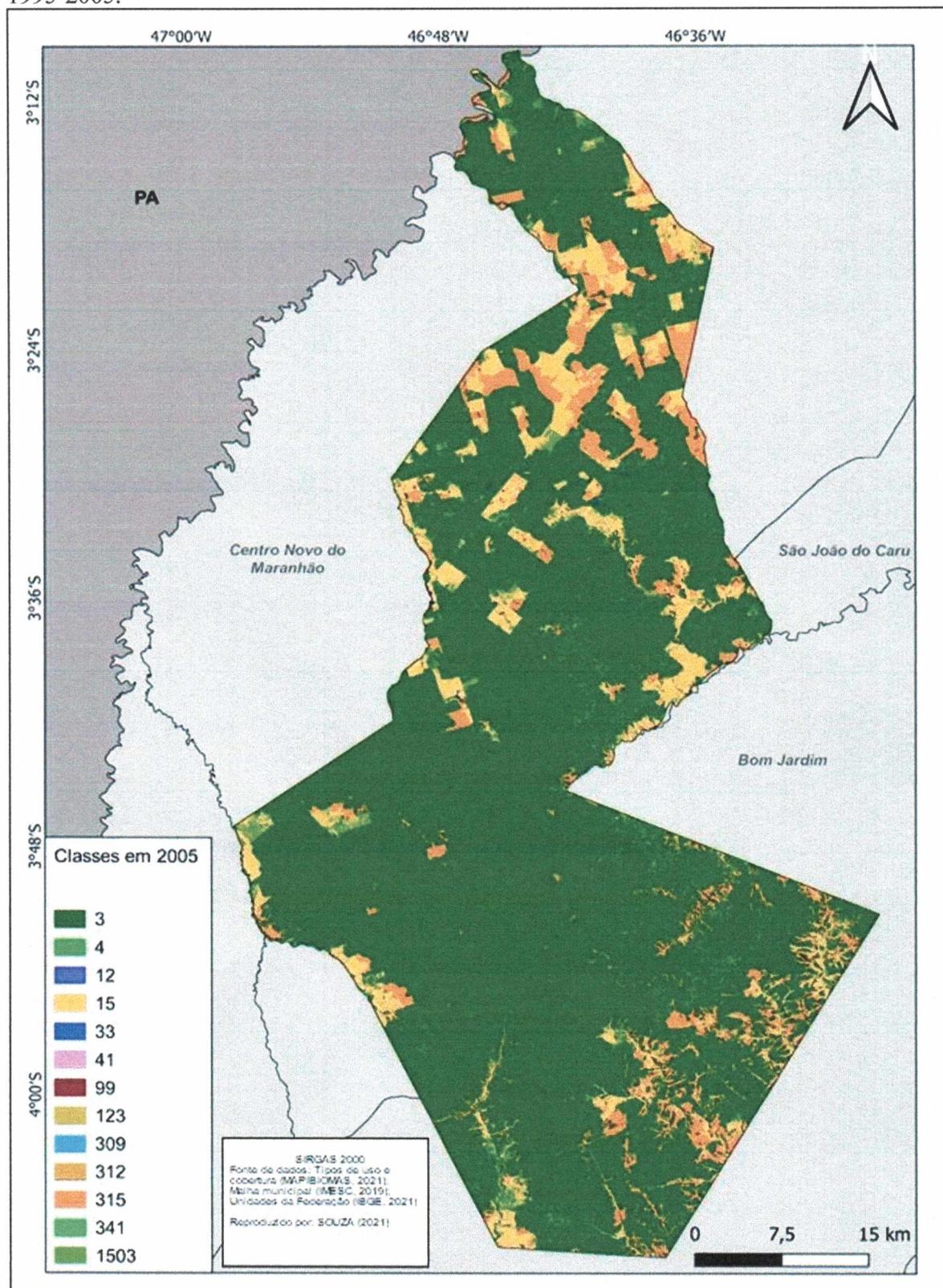
Por fim, entre 2015 e 2019 as coberturas da Formação campestre, água (33), Soja e Outras Lavouras Temporárias não estavam tão evidentes, apresentando um percentual de <1%. Por outro lado, a pastagem era de 15% nestes anos, levando ao desmatamento em outros pontos florestais (315), com uma expressividade de 7%, embora em pode-se verificar uma regeneração de 10% em outras zonas (Figura 27).

**Figura 24** - Mapa de transformação de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 1985-1995.



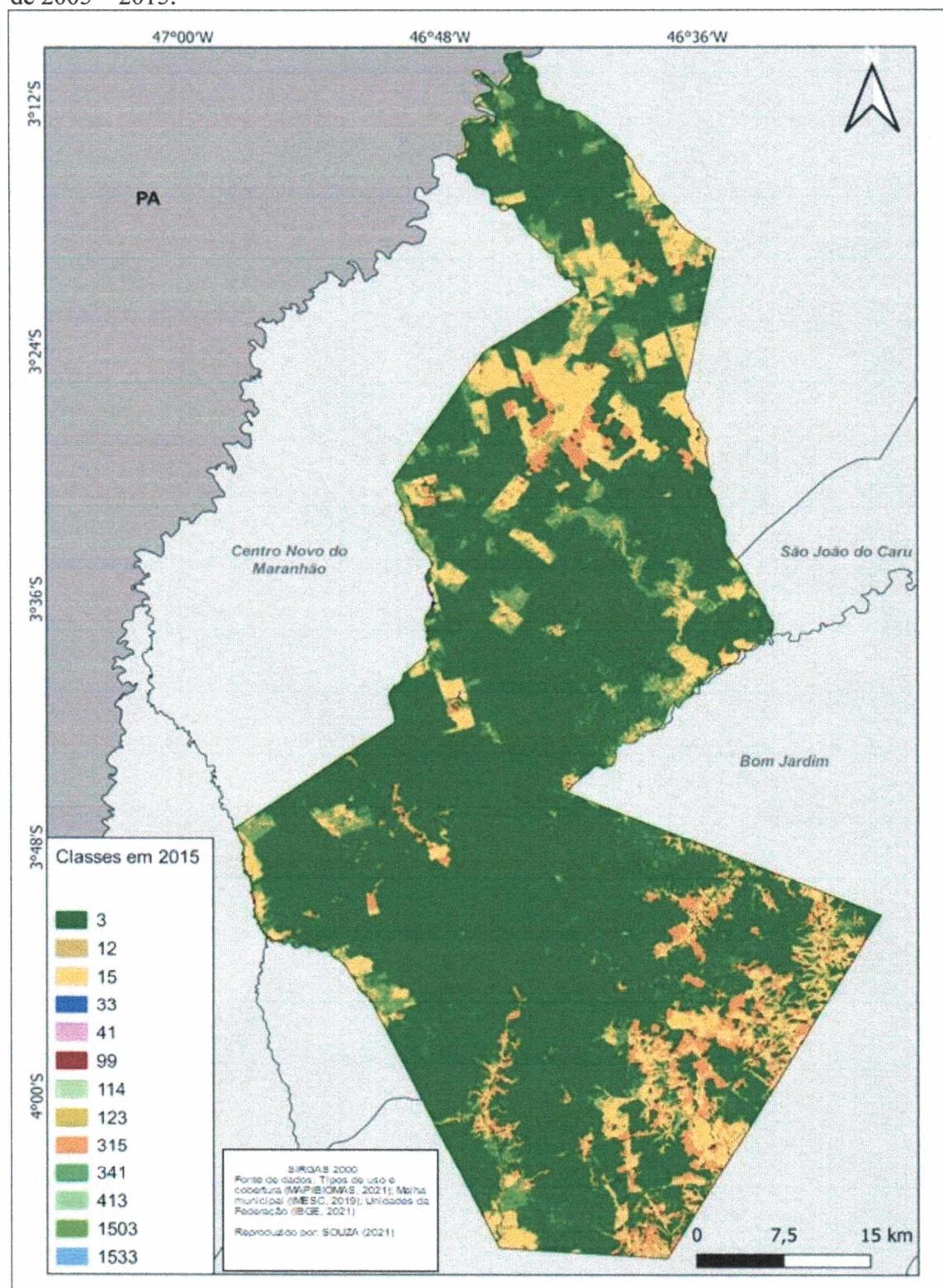
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 25** - Mapa de transformação de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 1995-2005.



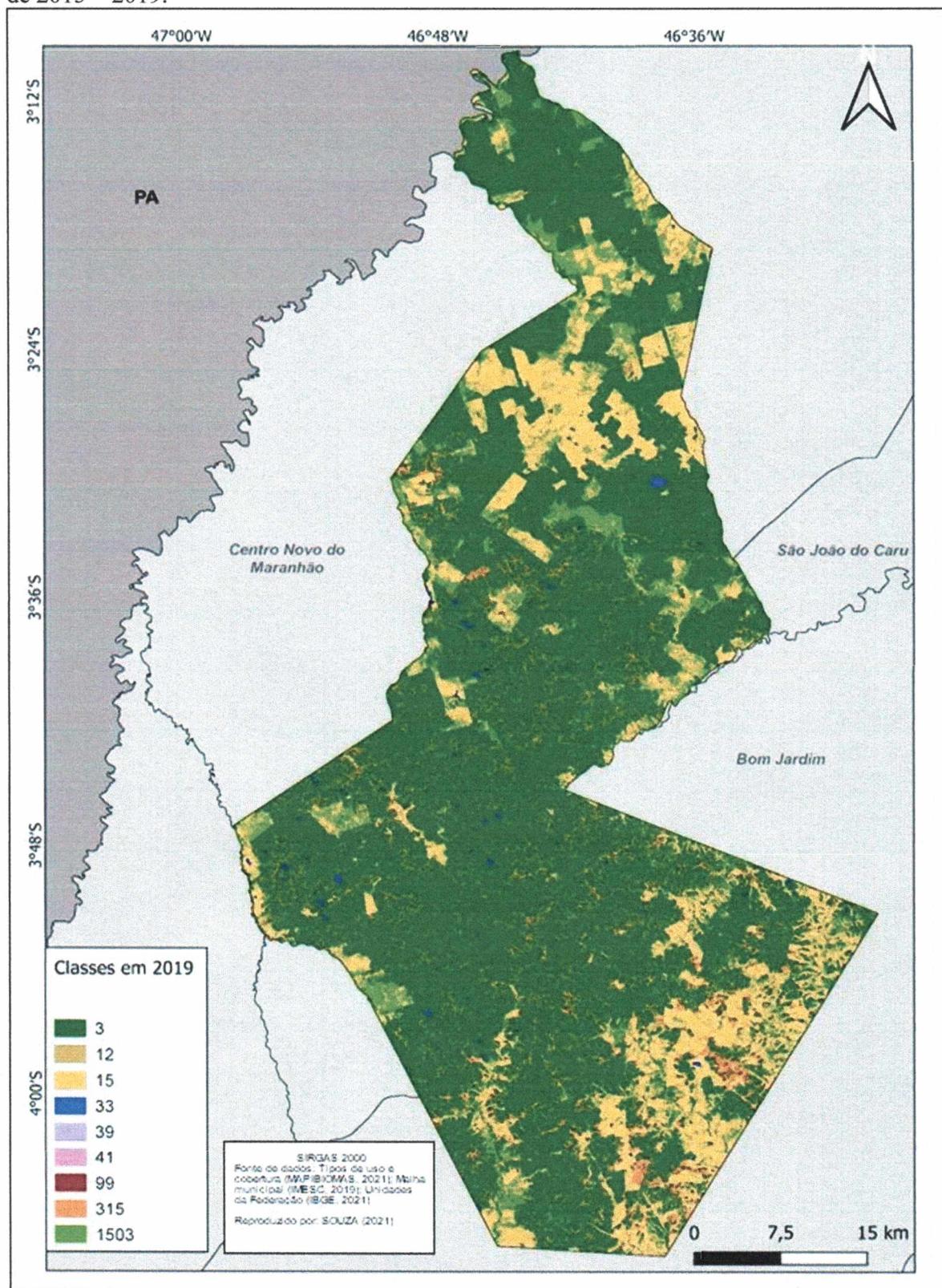
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 26** - Mapa de transformação de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2005 – 2015.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

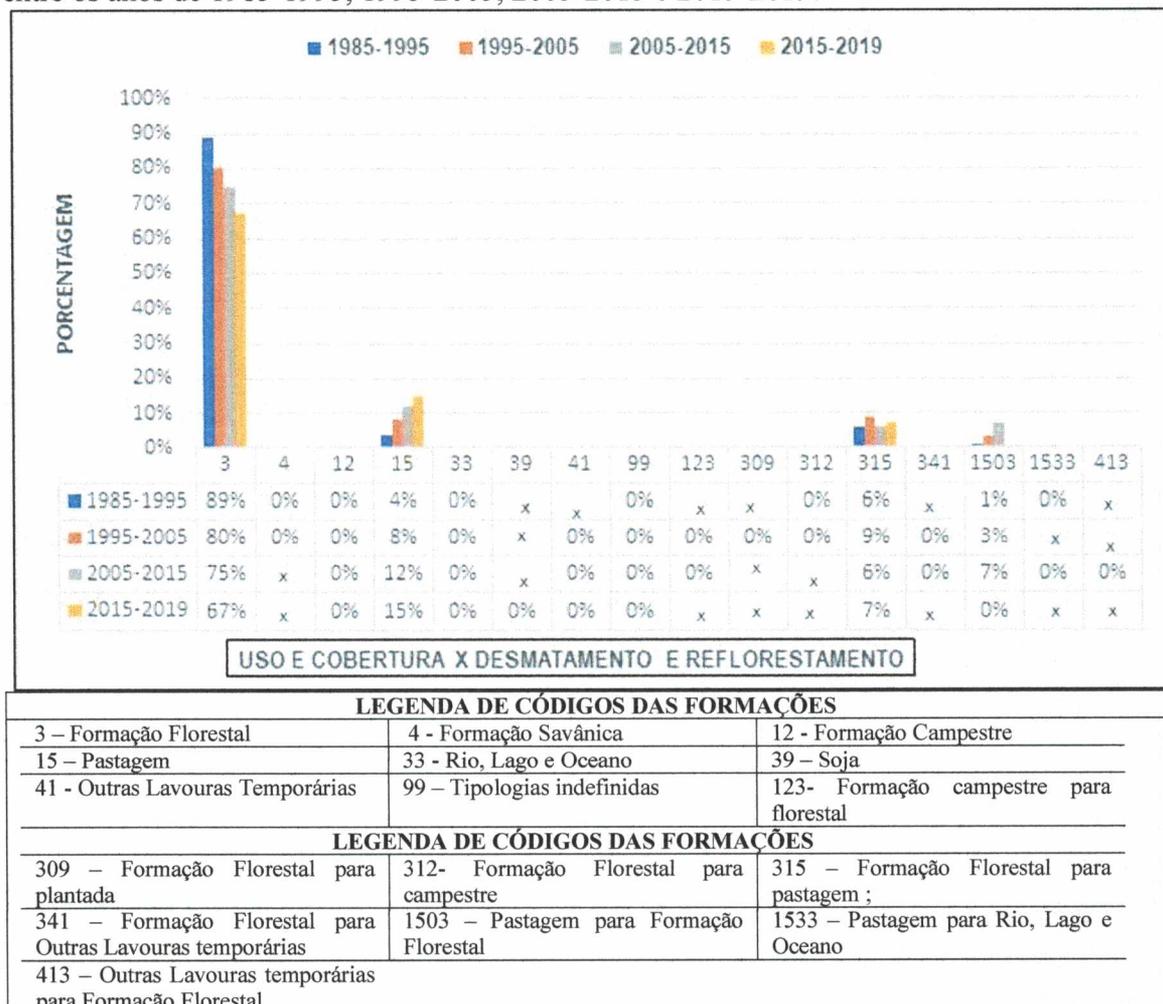
**Figura 27** - Mapa de transformação de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi no ano de 2015 – 2019.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

A figura 28 apresenta as porcentagens que evidenciam as com as novas classificações feitas para identificar os índices de desmatamento e regeneração, além das transformações de cada uso e cobertura ao longo dos anos. O gráfico reafirma que a Formação Florestal veio perdendo espaço para a pastagem na REBIO.

**Figura 28** - Mudanças das transformações de uso e cobertura da terra na REBIO do Gurupi entre os anos de 1985-1995, 1995-2005, 2005-2015 e 2015-2019.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

### 6.1.2 Análises das mudanças de uso e cobertura nas terras indígenas adjacentes a REBIO do Gurupi entre 1985 a 2019

Dependentes diretamente da REBIO e considerados protetores da mesma, as Terras Indígenas mais próximas da área de estudo são um dos agentes ecológicos fundamentais para a manutenção da reserva. As Terras indígenas mais próximas da REBIO são as Terras Indígenas

Alto Turiaçu, Awa e Caru.

No ano de 1985, as áreas indígenas presentes na região registraram de 99% de Formação Florestal (3) e apenas 1% representando a Pastagem (15). As demais tipologias não apresentaram porcentagens relevantes. Estes dados mostram que neste ano a área que representa as comunidades indígenas Alto Turiaçu, Caru e Awa estavam quase totalmente preservadas, apesar da introdução da Pastagem (15) neste território (Figura 29).

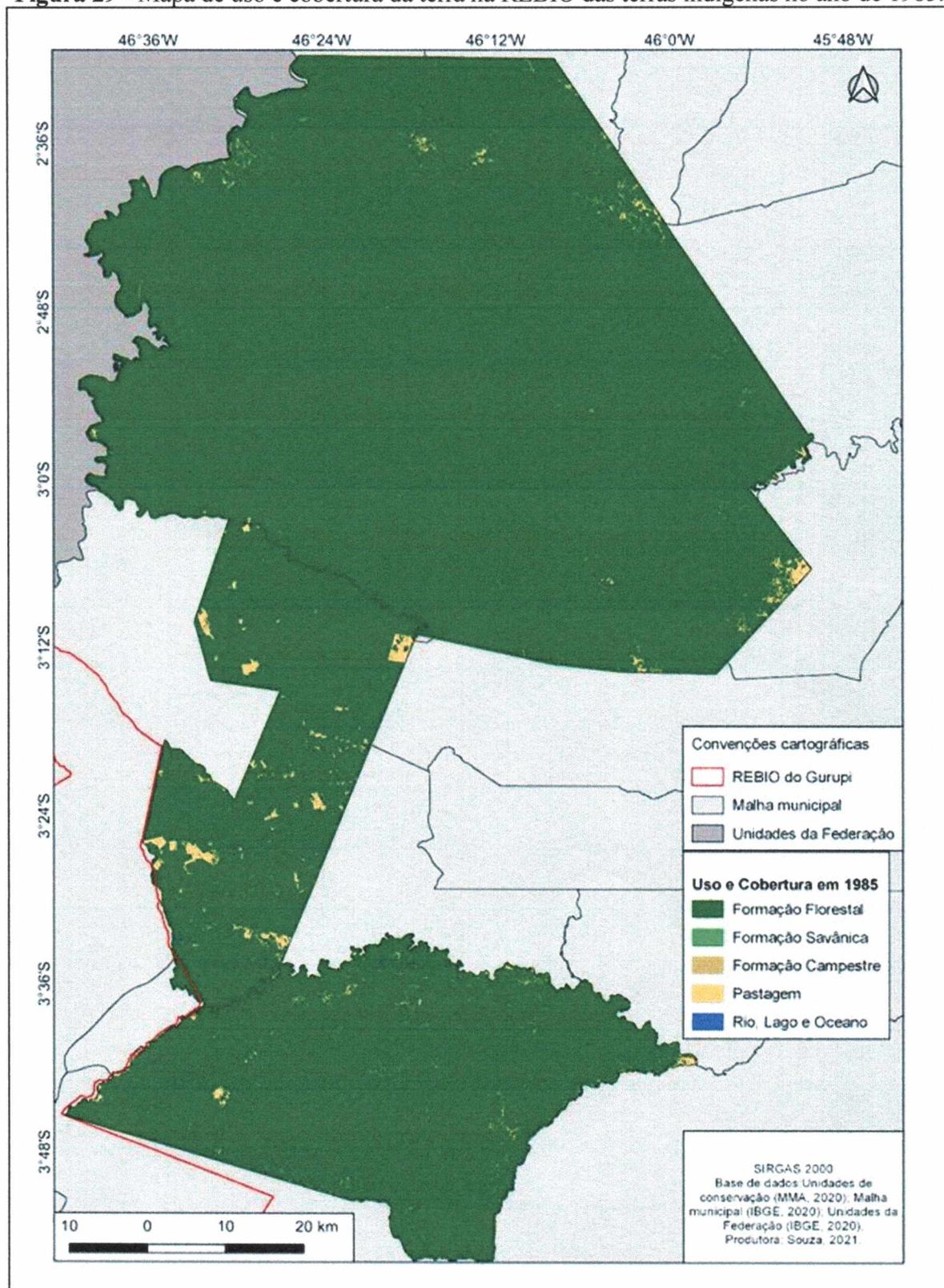
Em 1995 terras indígenas Alto Turiaçu, Caru e Awa continuaram a apresentar dinâmicas semelhantes a década anterior. A Formação Florestal (3) continuou a predominar com 97%, havendo uma queda de 2% em relação a 1985. Em contrapartida, a Pastagem (15) cresceu 2%, as demais classes presentes não apresentaram índices superiores a 1% (Figura 30).

Em 2005, o uso e cobertura das reservas indígenas presentes na REBIO do Gurupi apresentou 95% de Formação Florestal (3) e apenas 5% de Pastagem (15), evidenciando assim o aumento da exploração deste território protegido em função do capital

Seguindo as mesmas tendências dos anos anteriores a Formação Florestal (3), decresceu 2% em relação ao ano anterior e correspondeu a 93% da região. De forma crescente a Pastagem (15) representou 6% da região o que representa o crescimento de apenas 1%, sendo este o menor entre os anos estudados (Figura 31).

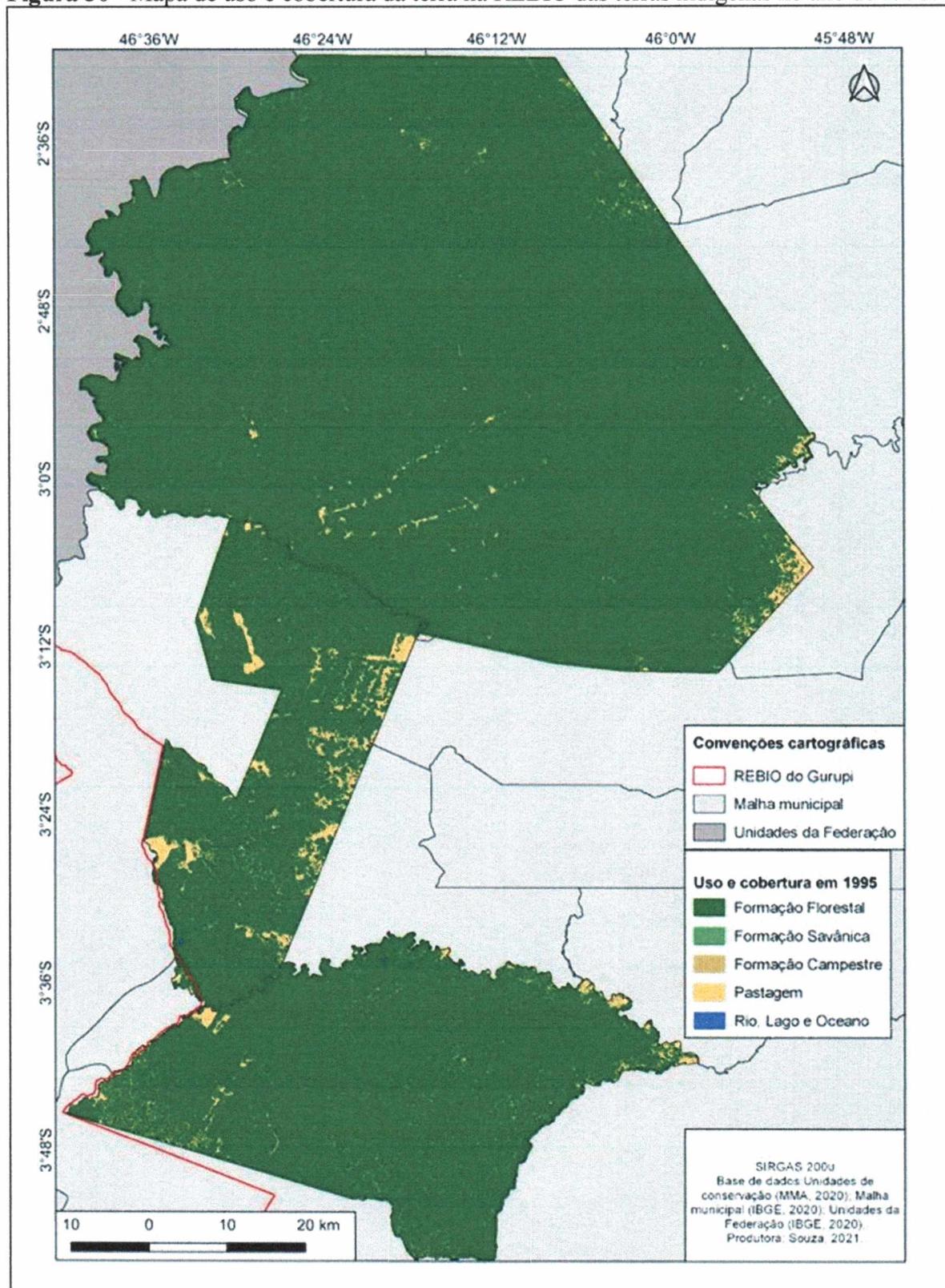
Por fim, em 2019 os usos e coberturas das reservas indígenas presentes na REBIO do Gurupi evidenciou a constante queda da Formação Florestal (3), representando 92% e a ascensão da pastagem (15), um índice de 8%. Estes dados mostram que outras formas de uso estão crescendo nas comunidades indígenas protegidas Alto Turiaçu, Caru e Awa, evidenciando que nos próximos anos esta região pode perder ainda mais a sua vegetação nativa e dar lugar não só a pastagem, mas outras tipologias que estão crescendo (Figura 32).

Figura 29 - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 1985.



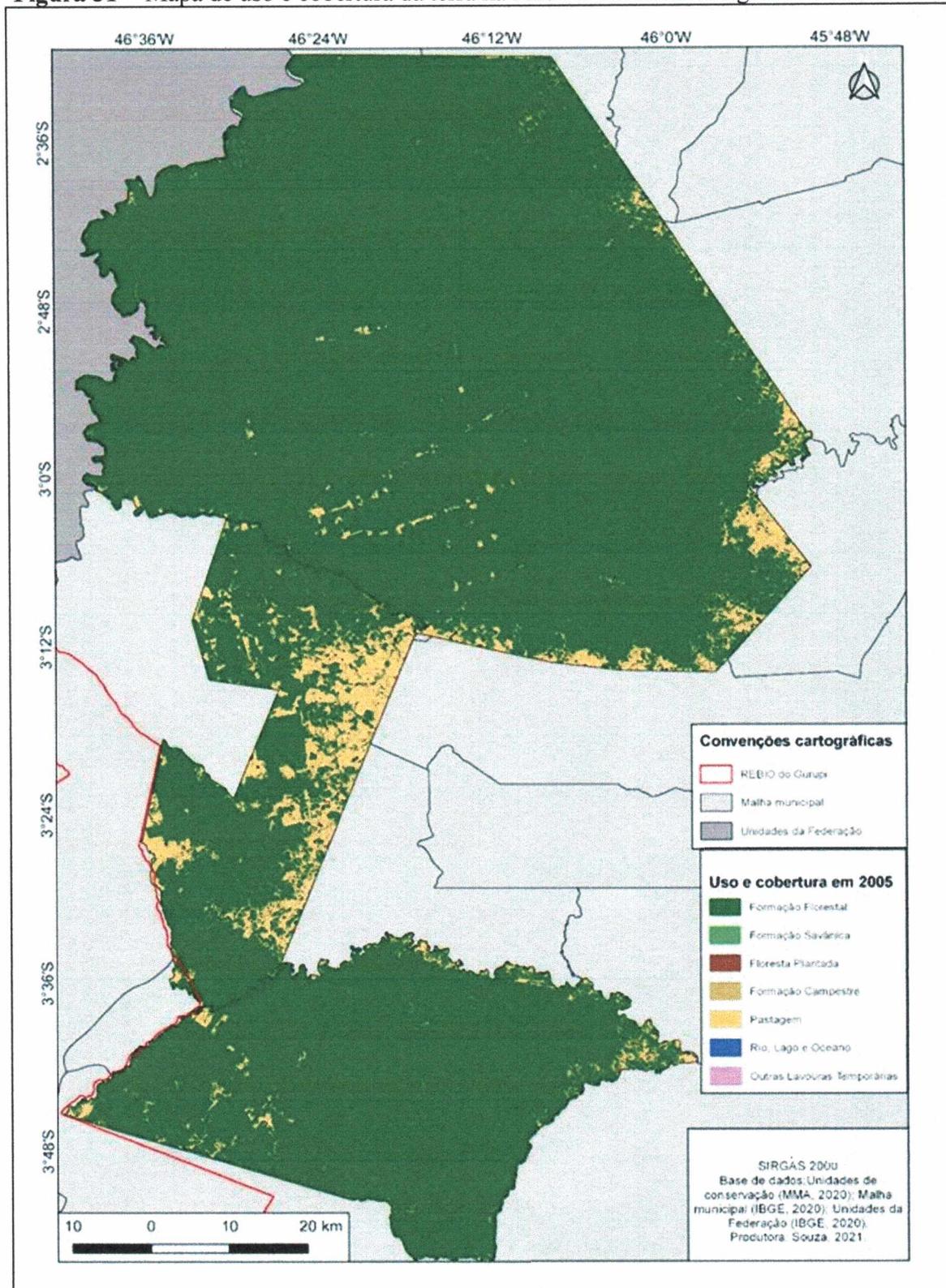
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 30** - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 1995.



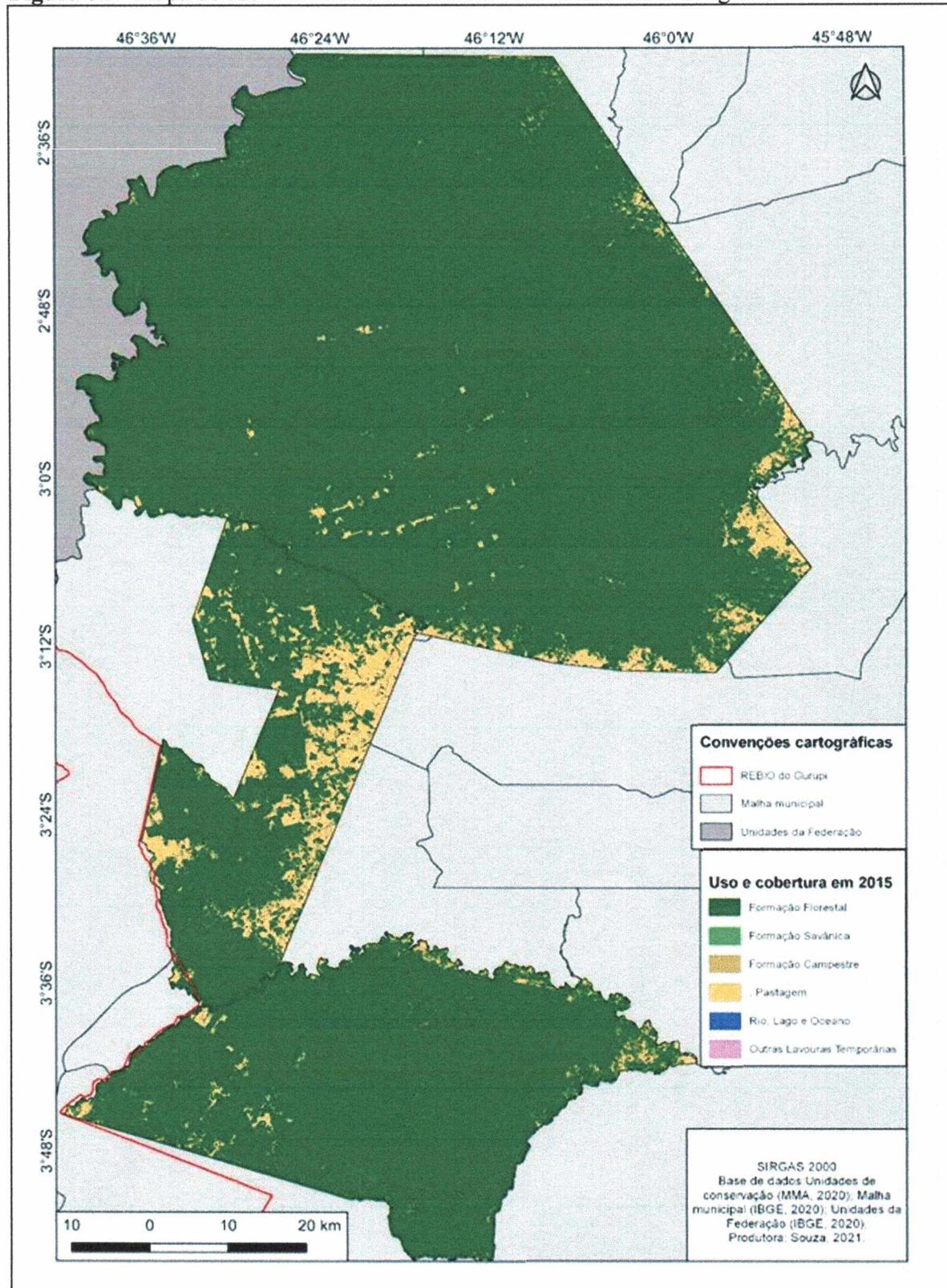
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 31** - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 2005.



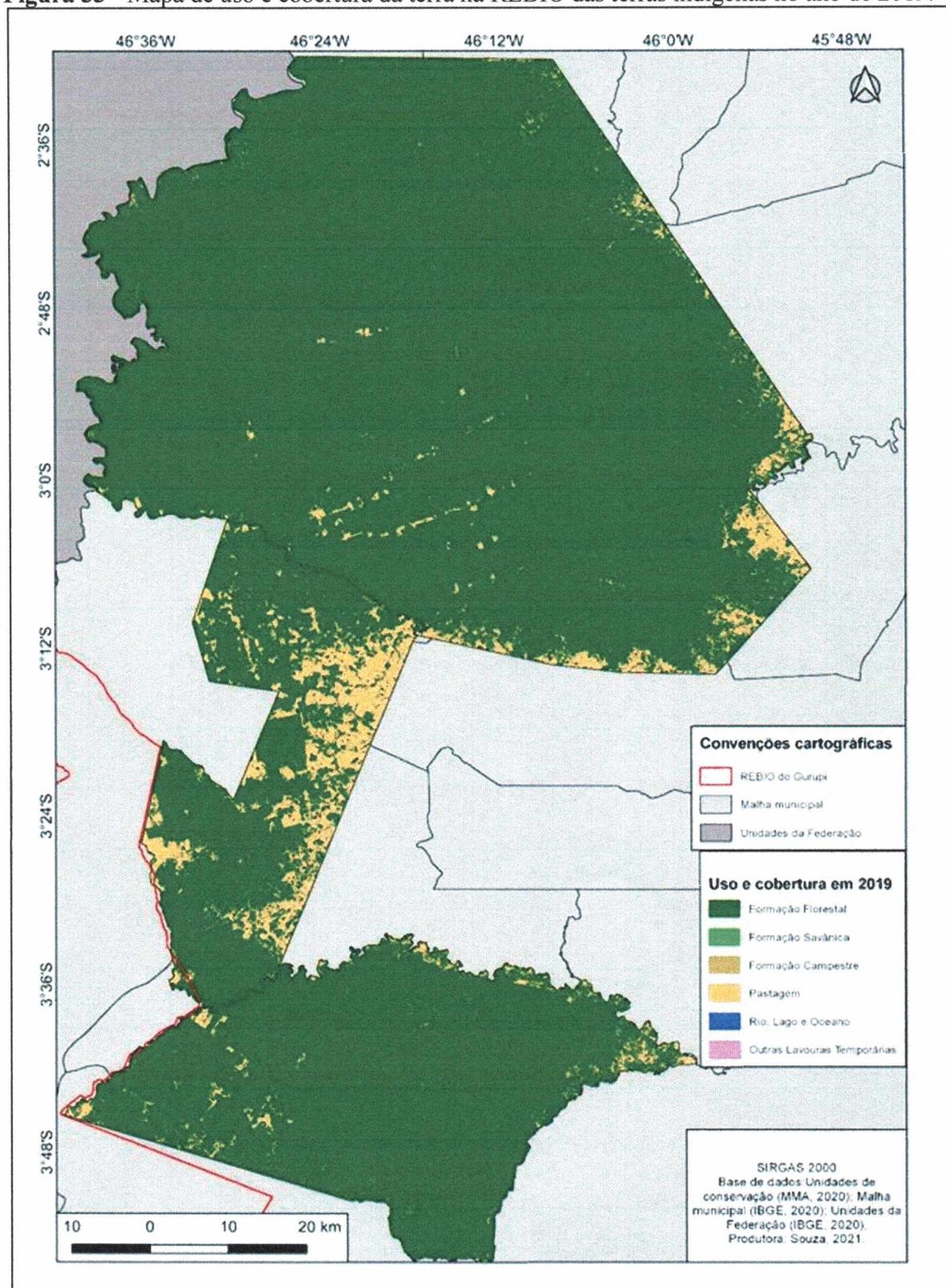
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 32** - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 2015.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

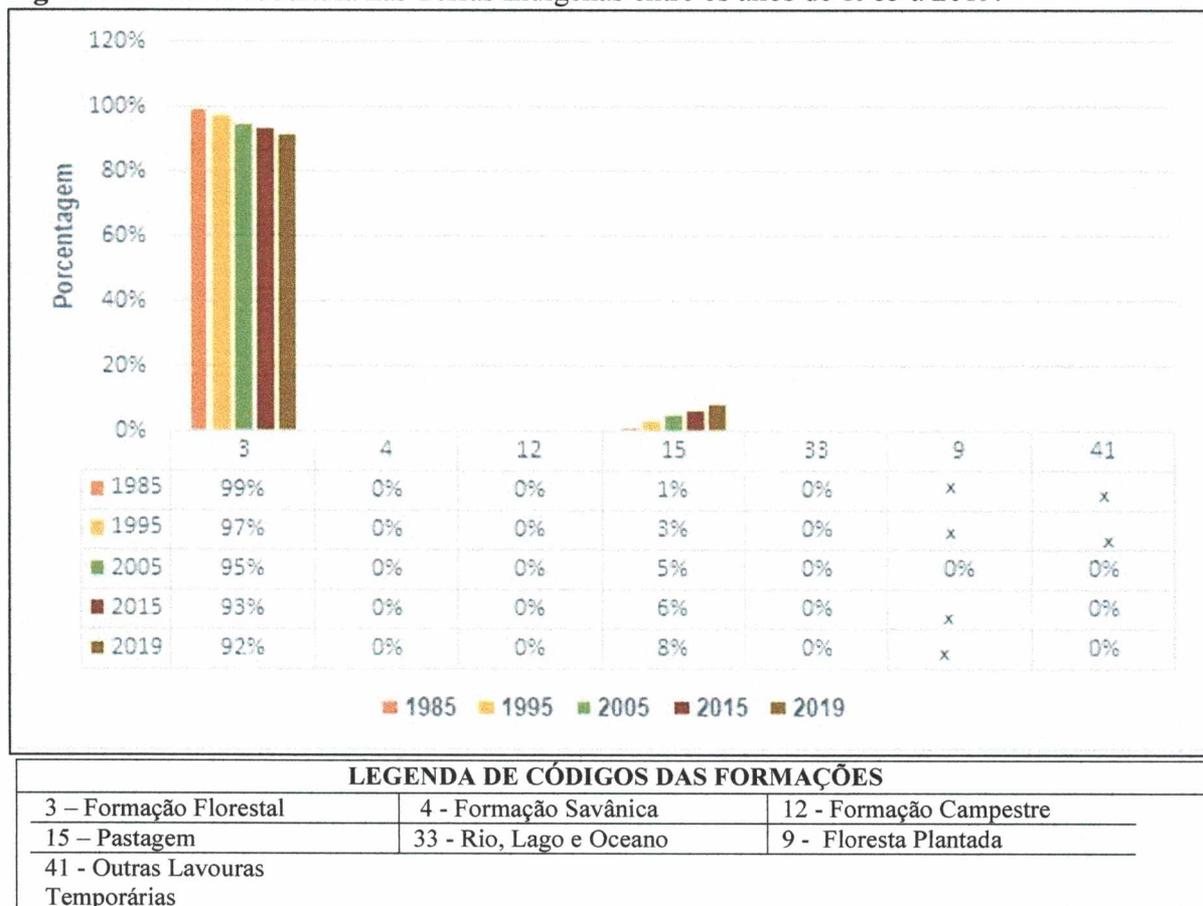
**Figura 33** - Mapa de uso e cobertura da terra na REBIO das terras indígenas no ano de 2019.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

A Figura 34 mostra graficamente as formas de uso e cobertura e suas porcentagens durante os anos de 1985 a 2019, onde observa-se a queda da Formação florestal e o aumento da pastagem, evidenciando o desmatamento.

**Figura 34** - Uso e cobertura nas Terras Indígenas entre os anos de 1985 a 2019.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

### 6.1.3 Análise da variação de desmatamento e reflorestamento nas terras indígenas

Entre a década de 1985-1995 e a década de 1995-2005 a Formação Florestal (3) teve uma queda de 1%, esse índice persistiu na década seguinte com uma queda de 2% em 2005-2015. Por fim essa classe teve uma redução de 3% na década de 2015-2019.

Entre o intervalo de 1985-1995 a formação campestre (12) teve uma mudança insignificante de menos de 1% para formação florestal, inferindo que nessas áreas houve uma pequena propensão para a regeneração. As demais décadas continuaram com os mesmos índices constantes.

A pastagem (15) apresentou um crescimento de 1% entre as décadas de 1985-1995 a 1995-2005, este progresso perdurou pelas décadas seguintes e em 2005-2015 houve um crescimento de 2% comparado a década anterior. Na década de 2015-2019 esta classe cresceu apenas 1%.

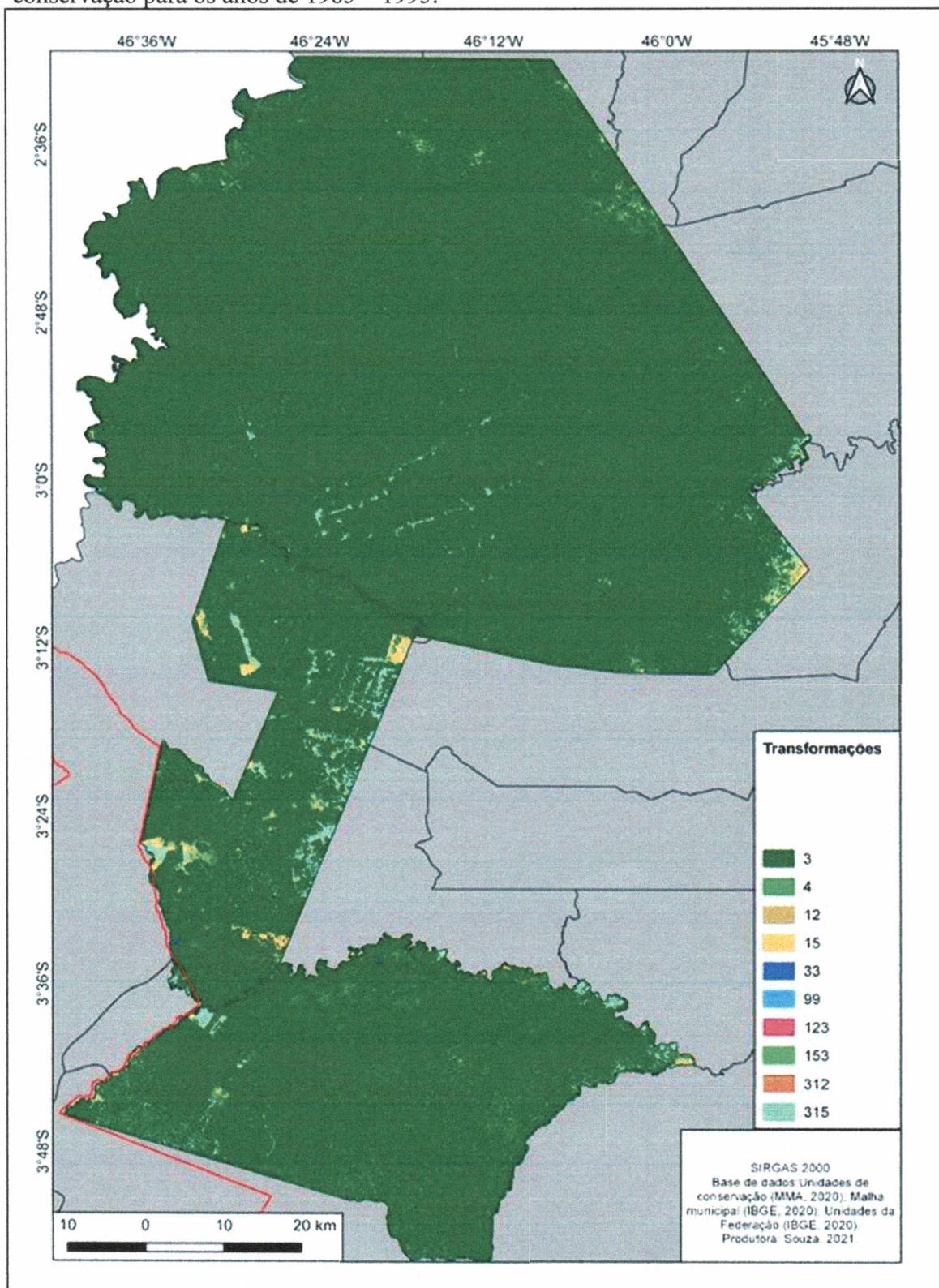
A classe Pastagem em transição para formação florestal (1503) que representa uma regeneração de uma área natural, apresentou a redução de 1% entre as décadas de 1985-1995 para 1995-2005. Esse índice permaneceu estável na década seguinte 2005-2015, apenas na década de 2015-2019 houve o crescimento de 1%.

A classe formação florestal em transição para Pastagem (315) que representa o desmatamento da região mostra que houve um crescimento de 1% entre as décadas de 1985-1995 a 1995-2005, em 2005-2015 permaneceu estável e tornou a crescer 1% na década de 2015-2019. Durante as décadas estudadas a classe Formação Savânica (4), Floresta Plantada (09), Rio, Lago e Oceano (33), Outras Lavouras Temporárias (41), Uso indefinido (99), Formação Campestre em transição para Formação Florestal (123), não apresentaram valores maiores que 1%.

A Formação Florestal em transição para Formação Campestre (312), Formação Florestal em transição para Outras Lavouras Temporárias (341), Formação Savânica em transição para Outras Formações não Florestais (413), Formação campestre em transição para a Pastagem (1215), Pastagem em transição para a Formação campestre (1512), Pastagem em transição para Outras Lavouras Temporárias (1541), Outras Lavouras Temporárias em transição para Outras Formações não Florestais (4113) e Outras Lavouras Temporárias em transição para Pastagem (4115) não apresentaram nenhuma mudança significativa superior a 1%.

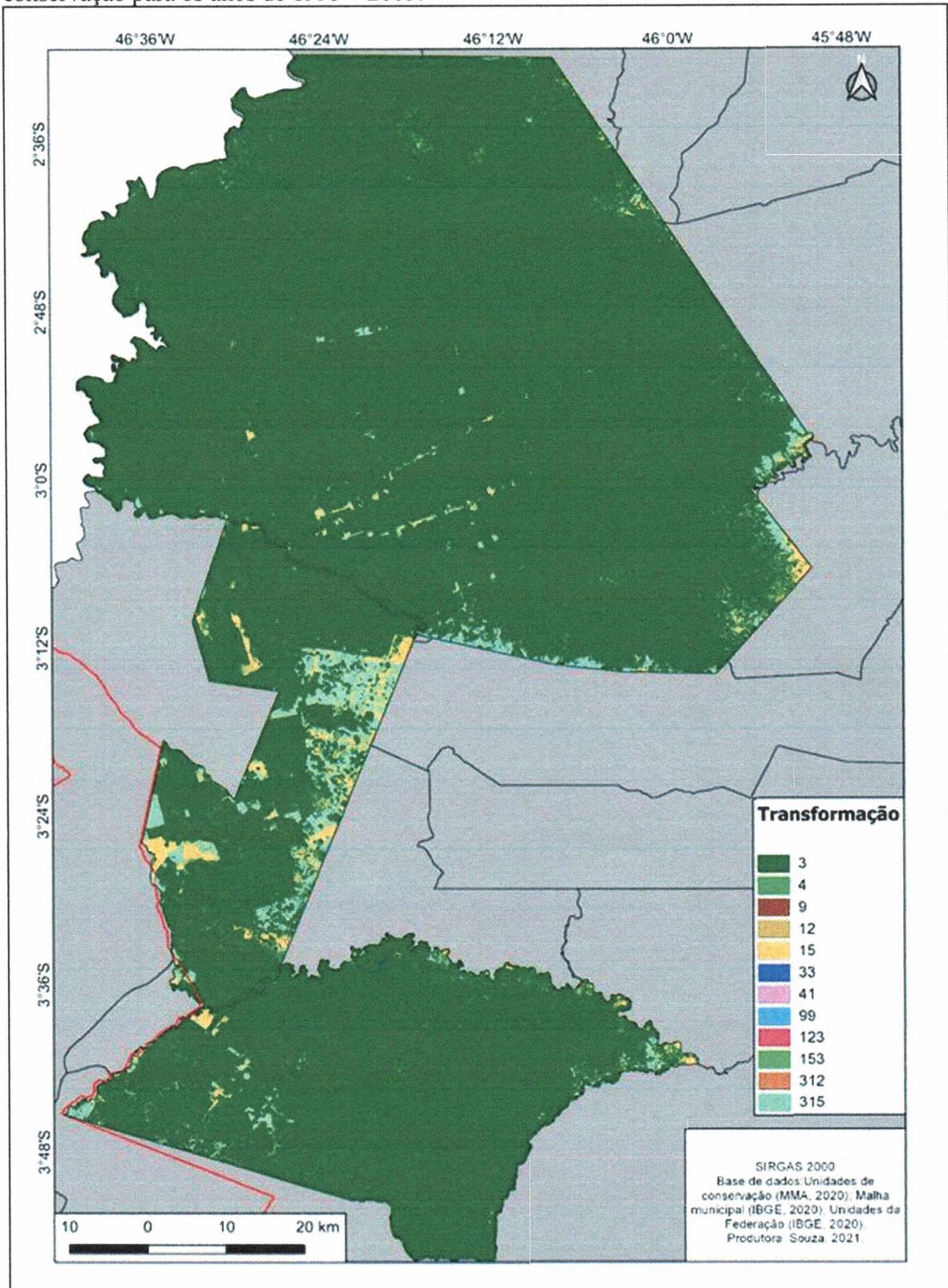
As Figuras 35, 36, 37 e 38 expressam a distribuição das transformações de uso e cobertura nas terras indígenas nas áreas entre os anos mencionados.

**Figura 35** - Mapa de transformações de uso e cobertura da terra na REBIO das unidades de conservação para os anos de 1985 – 1995.



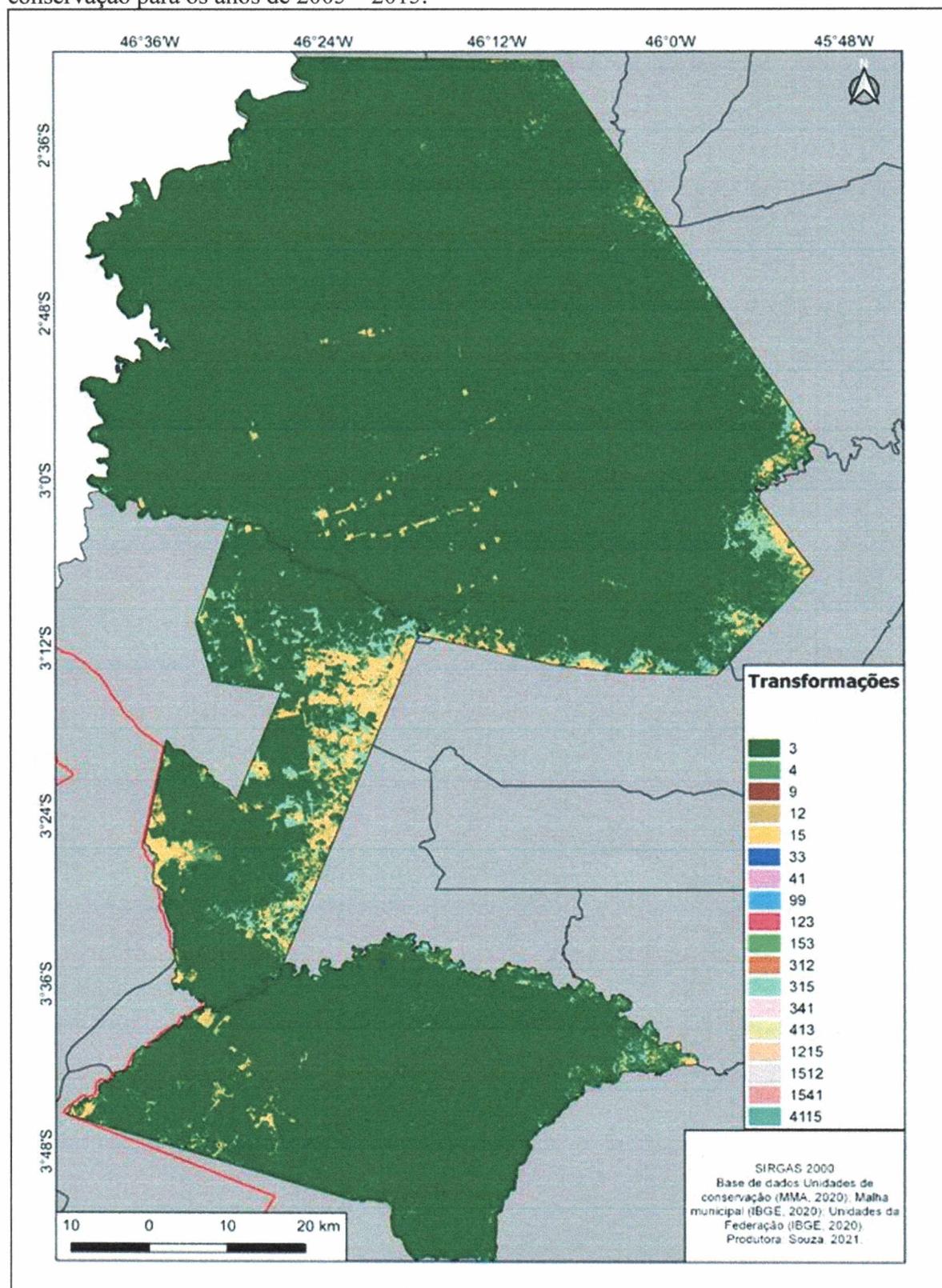
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 36** - Mapa de transformações de uso e cobertura da terra na REBIO das unidades de conservação para os anos de 1995 – 2005.



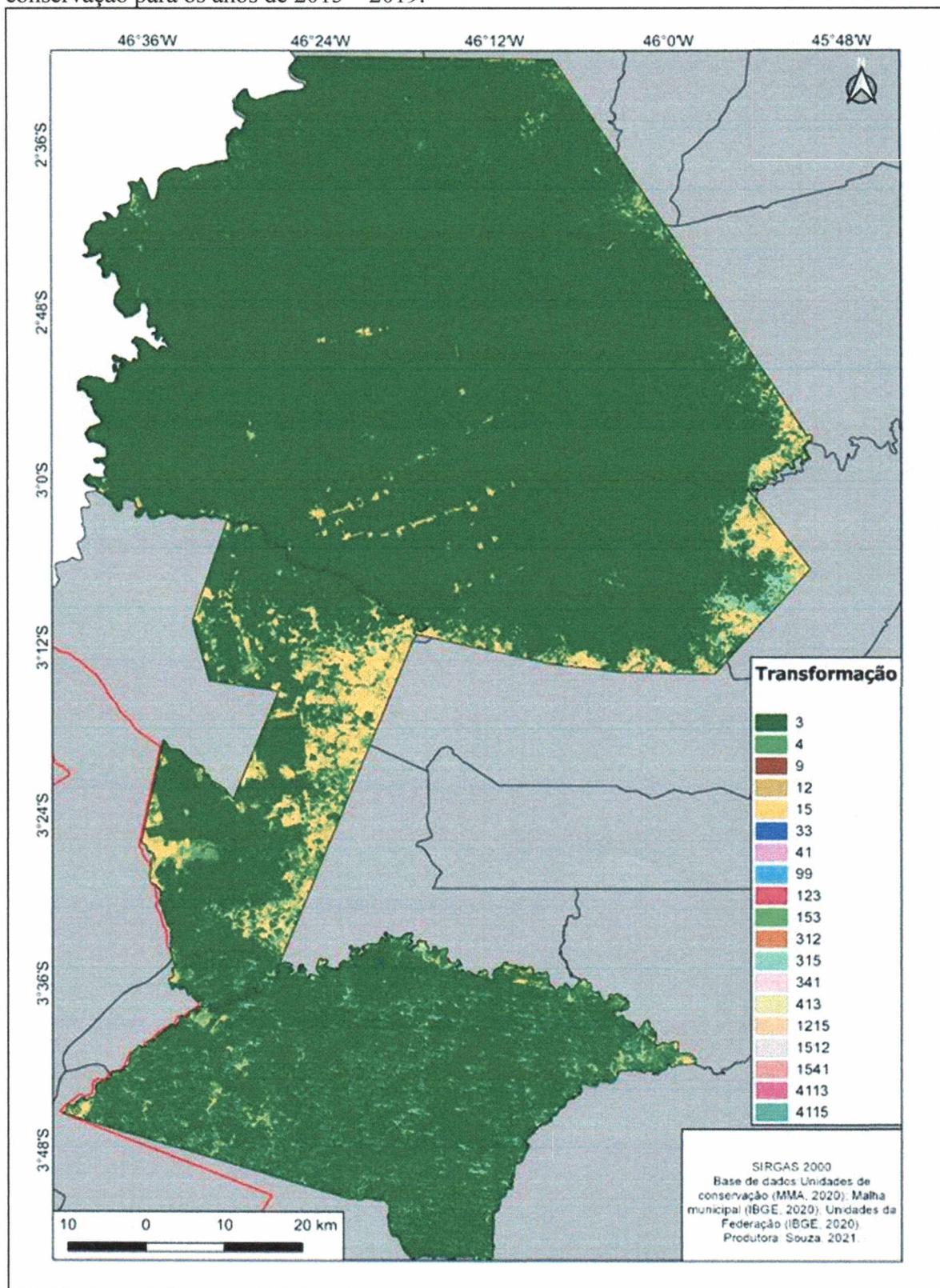
Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 37** - Mapa de transformações de uso e cobertura da terra na REBIO das unidades de conservação para os anos de 2005 – 2015.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 38** - Mapa de transformações de uso e cobertura da terra na REBIO das unidades de conservação para os anos de 2015 – 2019.



A Figura 39 representa em forma de gráfico a dinâmica de uso e cobertura nas Terras indígenas, onde percebe-se que a Formação Florestal vem decaindo em relação ao aumento da pastagem (desmatamento).

**Figura 39** - Transformações de uso e cobertura nas Terras indígenas entre os anos de 1985 a 2019.



#### LEGENDA DE CÓDIGOS DAS FORMAÇÕES

3 – Formação Florestal	4 - Formação Savânica	12 - Formação Campestre
15 – Pastagem	33 - Rio, Lago e Oceano	99 – Tipologias indefinidas
123- Formação campestre para florestal	153- Pastagem para Formação Florestal	312- Formação Florestal para Formação campestre
315- Formação Florestal para pastagem	315- Formação Florestal para pastagem	9- Floresta Plantada
41- Outras Lavouras temporárias	341- Formação Florestal para Outras Lavouras temporárias	413 – Outras lavouras temporárias para Formação Florestal
1215- Formação Campestre para pastagem	1512- Pastagem para Formação campestre	1541 – Pastagem para Outras lavouras temporárias
4115 – Outras Lavouras temporárias para pastagem	413- Outras lavouras temporárias para Formação Florestal	

Fonte: Reprodução da pesquisa (2021).

## **7 FREQUÊNCIAS DE QUEIMADAS POR USO E COBERTURA DENTRO DAS ÁREAS DE CONSERVAÇÃO DA REBIO DO GURUPI E AS TERRAS INDÍGENAS ENTRE OS ANOS DE 2001 A 2019**

### **a) Para os anos de 2001 a 2005**

Para fins de explicação, os dados apresentados a seguir são dos cruzamentos para os últimos cinco anos de uso e não de dez anos para a escala de 1995 a 2005, pois as informações de frequências de queimadas do MODIS foram disponibilizadas somente a partir de 2001, resultando assim, no valor de queimadas somente para os últimos cinco anos da escala de uso e o valor mínimo de queimada na área foi 1 e o máximo de queimadas foi 4.

Correspondendo a uma área de 165, 56 km<sup>2</sup> de pixel de uso e cobertura, o 46% da Formação Florestal (3) foi queimando quatro vezes em cinco anos, de 2001 a 2005. Representando menos de 1% a classe Rio, Lago e Oceano (33) apresentou uma frequência de 3 vezes durante o mesmo ano período, podendo ser queimas ligadas as matas ciliares. A Formação Campestre (12) queimou duas vezes em uma área com uma leve porcentagem expressiva nas regiões (1%). A classe indefinida (99) adotada para classificações duvidosas, queimou 2 vezes também sem a superar a 1% de área. A Figura 40 apresenta a distribuição de queimadas por uso entre os anos de 2001-2005 nas unidades de conservação.

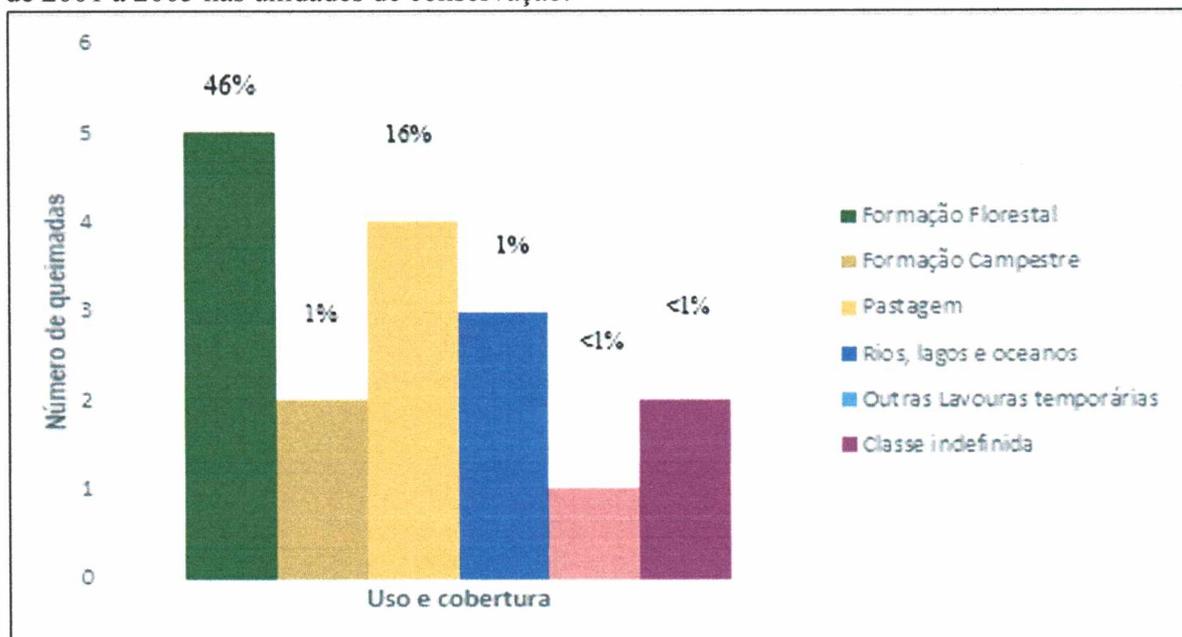
Relacionando as mudanças ocorridas, observou-se que menos de 1% de área, queimaram duas vezes, o que corresponde a transformação da Formação Campestre para a Florestal (123), inferindo assim, que após a perturbação ocasionada pelo fogo, áreas não florestais viraram vegetação secundária (regeneração).

A Formação Florestal em transição para a Formação Campestre (312) apresentou apenas uma queima no mesmo ano, o fogo pode estar ligado ao desmatamento para abertura de campos. A maior frequência de queimadas ocorreu entre a formação florestal para a pastagem (315), queimando quatro vezes em 36% da área total, um fato também que pode estar associado ao desmatamento e queima intencional. A Formação Florestal em Outras Lavouras Temporárias (341) queimou apenas uma vez, indicando que menos 1% foi desmatada, queimada e reflorestada.

Em relação a mudança da classe Pastagem (15), verificou-se que a mesma queimou quatro vezes em 60,6474 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 16% das áreas de conservação nos anos de 2001 a 2005, evidenciando a queima intencional para eliminação de plantas invasoras.

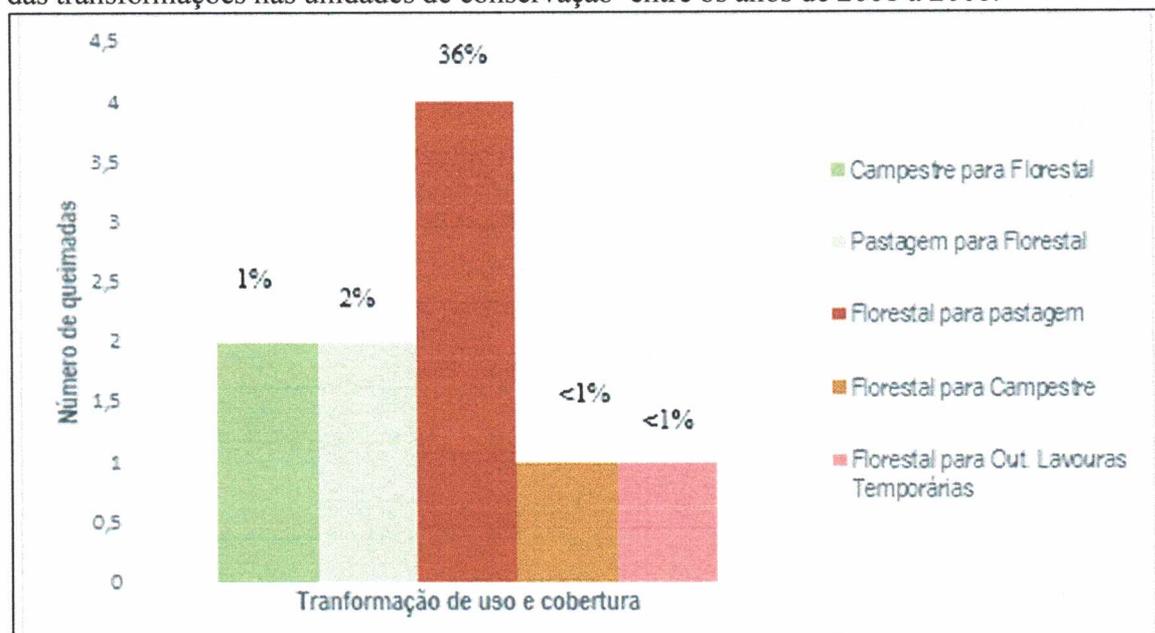
Já a classe Outras Lavouras Temporárias (41) queimou apenas uma vez, desta forma não representou dados expressivos. O mesmo ocorreu com a Pastagem em transição para Formação Florestal (153) que queimou duas vezes nos anos de 2001 a 2005, fato este que correspondeu 2% na região, indicando regeneração. A Figura 41 apresenta o número de queimadas pelas transformações de uso, evidenciando o desmatamento, regeneração e reflorestamento nas unidades de conservação.

**Figura 40** - Frequências de queimadas e porcentagem de área por uso e cobertura entre os anos de 2001 a 2005 nas unidades de conservação.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 41** - Distribuição da frequência de queimadas e porcentagem de área por uso dentro das transformações nas unidades de conservação entre os anos de 2001 a 2006.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

#### a) Para os anos de 2006 a 2015

O cruzamento dos dados de queimadas com os de uso dos anos de 2006 a 2015, mostrou que o número mínimo de queimadas foi dois e o máximo de queimas sete vezes durante os anos de 2006 a 2015. Assim, a Formação florestal (3) apresentou aproximadamente 75% de pontos queimados na região, queimando de 2 a 7 vezes. Na mesma escala de tempo, Floresta Plantada (9) queimou duas vezes e não representou números expressivos.

Já a Formação Campestre (12) queimou durante três 3 vezes, mas não apresentou números maiores a 1%. Em relação, a classe Rio, Lago e Oceano (33) queimou 6 vezes, mas apesar do alto número de queimas não apresentou números expressivos em km<sup>2</sup> ou porcentagem de área (0%).

O código classificado para pixels de uso indefinidos (99), apresentou três frequências de queimadas em pontos não tão expressivos. Analisando a influência da frequência de queimada, observou-se que a Formação Florestal em transição para a Formação Campestre (312) queimou apenas duas vezes e não apresentou dados relevantes, levantando a hipótese de que houve abertura de campos, mas em porcentagens não tão evidentes, como mostra a Figura 42.

O desmatamento da Formação Florestal em Pastagem (315) foi uma das classes que mais houve frequência de queimadas, queimando seis vezes em 14% da área total. Índices de

reflorestamento da categoria da transformação da Formação Florestal em Outras Lavouras Temporárias (341) queimou três vezes, mas não apresentou porcentagens superiores a 1% na escala estudada.

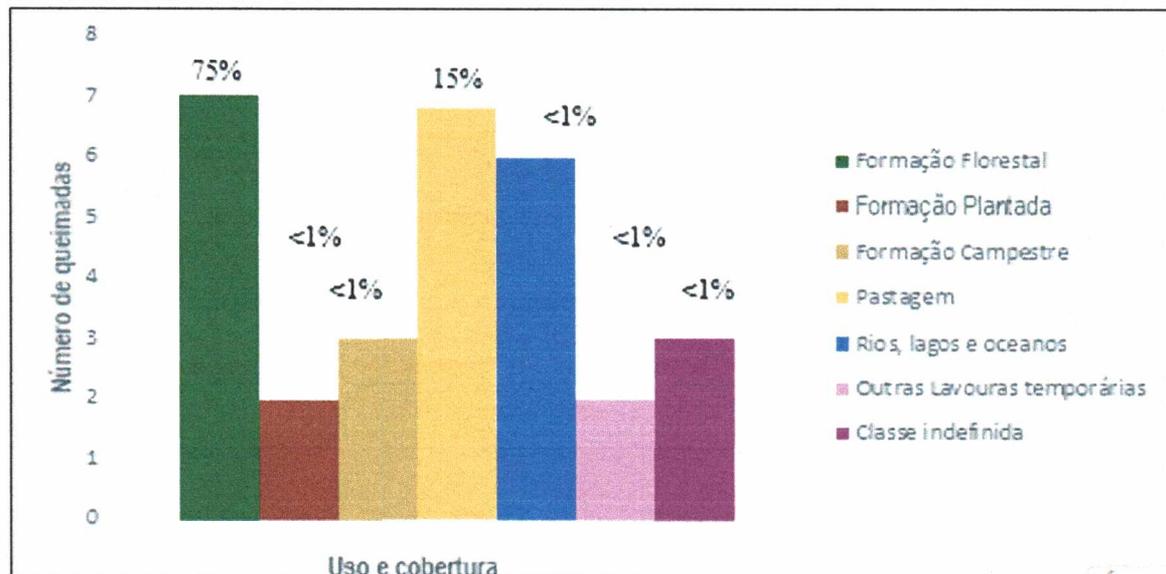
Acerca da classe Formação Savânica em transição para pixels que apresentam características de Outras Formações não Florestais (413), verificou-se que houve duas queimas e não apresentou índices superiores a 1% na região. O desmatamento da Floresta Natural em transição para Pastagem (215) não apresentou dados relevantes apesar de ter queimado três vezes.

A tipologia Pastagem (15) foi uma das que mais teve queimadas, apresentando sete ocorrências em uma área de 304,5366 km<sup>2</sup>, o que representa 22% da área. A classe Outras Lavouras Temporárias (41), queimaram duas vezes e seus dados foram ínfimos.

No que tange a Pastagem em transição para Formação Florestal (153) houve sete queimas que representaram 8,973 km<sup>2</sup> e pouco mais de 1% da região. Acerca da Pastagem em transição para a Rio, Lago e Oceano (1533) houve apenas duas queimas e não obteve números significantes, o mesmo ocorreu com a categoria da Pastagem em transição para a Outras Lavouras Temporárias (1541) que representou 3 queimadas em zonas abaixo de 1%.

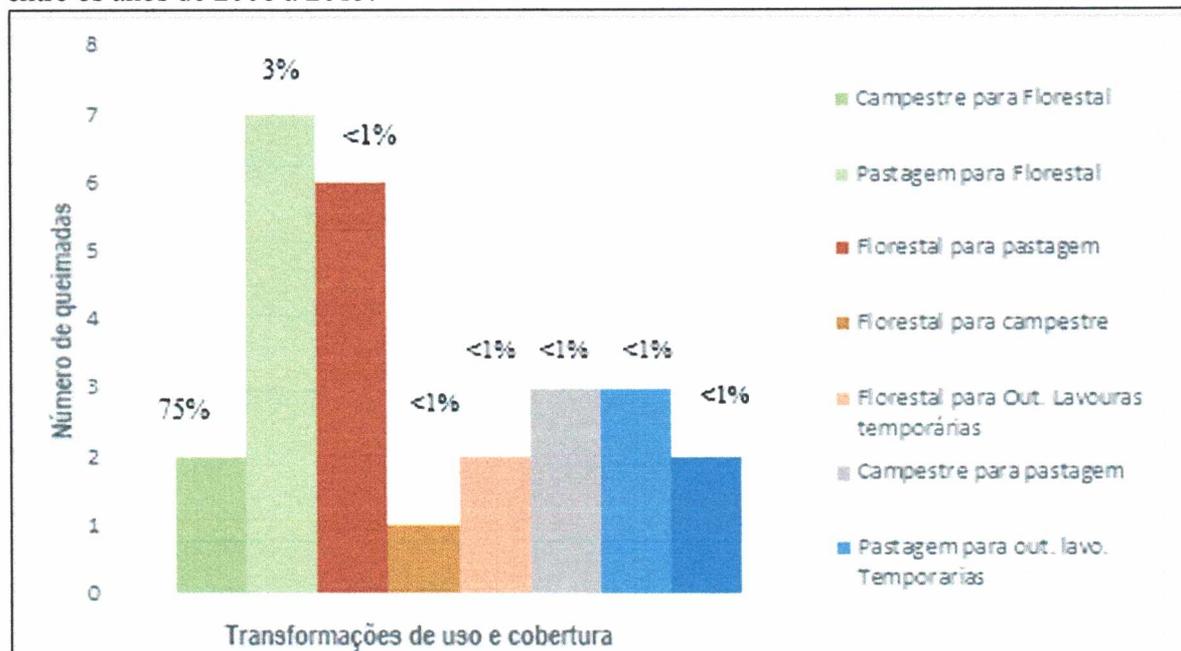
A Figura 42 apresenta a frequência de queimadas por transformações de uso para o ano citado.

**Figura 42** - Distribuição da frequência de queimadas por uso nas unidades de conservação nos anos de 2006 a 2015.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 43** - Distribuição da frequência de queimadas e porcentagem da área por transformação entre os anos de 2006 a 2015.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

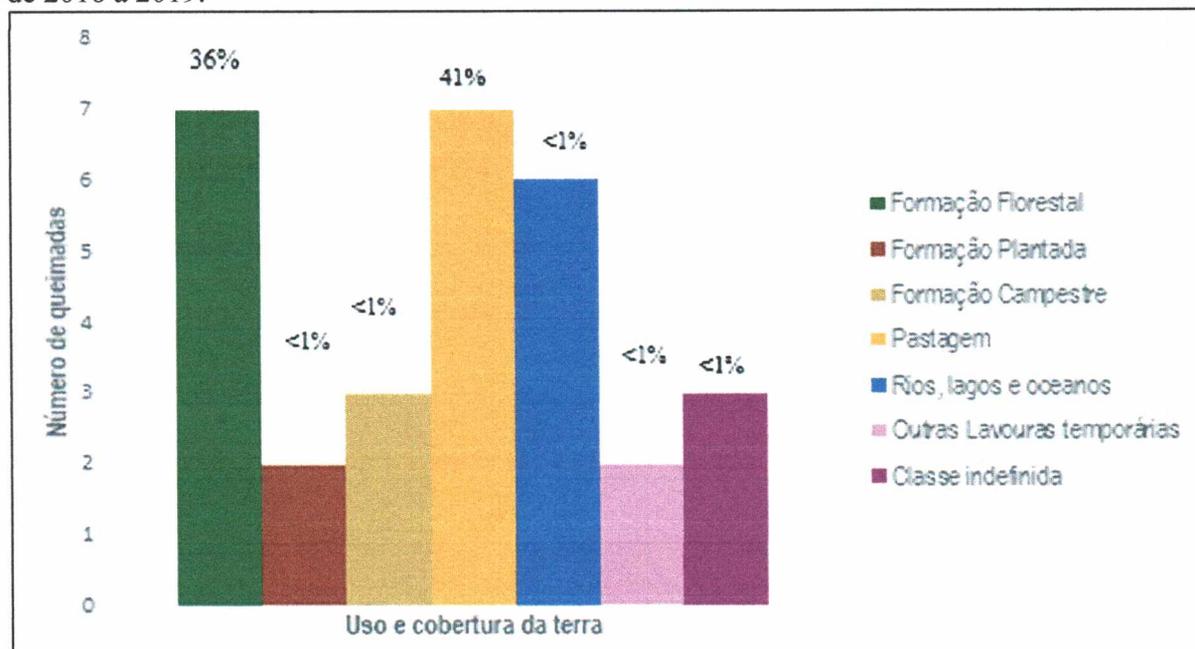
#### b) Para os anos de 2016-2019

Entre os anos de 2016 a 2019, a Formação florestal (3) queimou três vezes e representou 113,3883 km<sup>2</sup> em uma porcentagem de 36% da área estudada. A classe Floresta Plantada (9), Formação Campestre (12) Classe indefinida (99), Floresta Natural em transição para Pastagem (215), Pastagem em transição para a Outras Lavouras Temporárias (1541) e as Outras Lavouras Temporárias em transição para a Pastagem (4115) queimaram apenas uma vez e não apresentaram índices expressivos, como mostra a Figura 44.

As tipologias Rio, Lago e Oceano (33), Outras Lavouras Temporárias (41) e Formação Florestal em Outras Lavouras Temporárias (341) queimaram apenas duas vezes, mas não apresentaram dados superiores a 1%. Acerca da Formação Florestal em Pastagem (desmatamento) (315) as informações mostram que houveram três queimadas em uma área de 52,74 km<sup>2</sup> o que representa 16% da região.

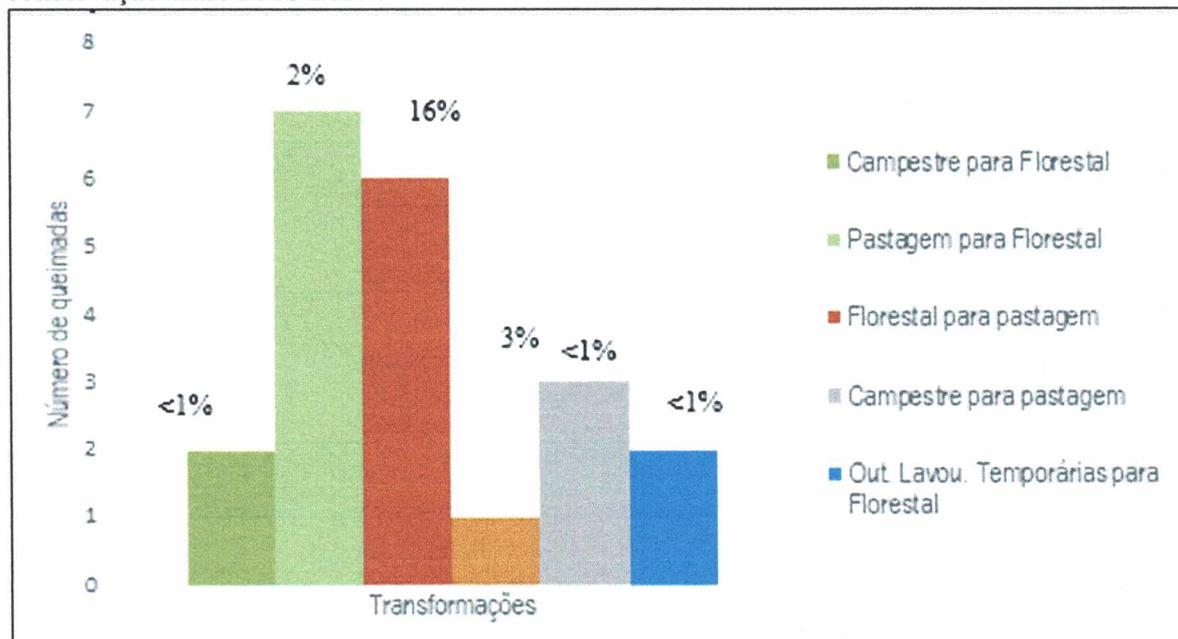
Acerca da Pastagem (15) tiveram três queimadas que corresponderam a 129,6873 km<sup>2</sup>, em porcentagem esse dado representa 41% da região. A respeito da Pastagem em transição para Formação Florestal (153), os dados mostram que houve 3 queimadas que representaram 17,1036 km<sup>2</sup> em uma porcentagem de pouco mais de 5% da área, como mostra a Figura 45.

**Figura 44** - Distribuição de frequência de queimadas e porcentagem de área por uso nos anos de 2016 a 2019.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

**Figura 45** - Distribuição de frequência de queimadas por transformação nas unidades de conservação entre 2016-2019.



Fonte: Reproduzido pela autora (2021).

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento da pesquisa, compreendeu-se o quanto o campo geográfico e as técnicas cartográficas são essenciais na construção das informações. A junção do geoprocessamento aplicado e da estatística foi bastante útil para as análises, uma vez que possibilitou mensurar os dados geoespaciais e representá-los por meio de mapas.

As modificações paisagísticas no território brasileiro estão associada diretamente com a forma de como a sociedade interage com a natureza, sendo esta fornecedora de matéria-prima. No bioma amazônico, essas alterações são muito mais evidentes, pois vem sofrendo intensamente com a extração e exploração dos recursos naturais.

Sendo um grande berçário fauna e florístico para inúmeras espécies raras e nativas, a Amazônia é rica de variedades vegetais que, relacionados aos fatores climáticos e as atividades humanas locais, é um dos principais elementos impactado com transformações da cobertura.

Com base nisso, o Governo Brasileiro, a partir da década de 60, formulou algumas medidas de monitoramento e fiscalização que ajudam a freiar os impactos reversos a natureza do bioma Amazônico, como a criação do Código Florestal, o qual ao longo dos anos vem sendo aprimorado até chegar ao mais recente, no ano de 2012.

O Código Florestal de 2012, tomando como base o que prescreve a Constituição Brasileira de 1988, afirma que todo indivíduo tem direito a desfrutar de forma sustentável dos recursos da natureza. Contudo, não é o que se observa nas florestas nativas, obrigando ao país a criar Unidades de Conservação. Essas unidades são divididas em duas ordens, as Unidades de Uso Sustentável - em que é permitido o acesso e alguns usos de forma sustentável, desde que os órgãos ambientais estejam cientes e autorizem - e as Unidades de Proteção Integral, onde é proibido o uso nessas áreas e o acesso é restrito as comunidades tradicionais, atividades educacionais.

Estando contida dentro das Unidades de Proteção Integral, Reserva Biológica do Gurupi é considerada uma região de estratégica para a conservação dos remanescentes do bioma Amazônico. Estando localizada inteiramente dentro do Centro de Endemismo Belém, faz parte do território maranhense e abrange três municípios que possuem relação direta com três Terras Indígenas: Awa, Caru e Turiaçu.

Com base nos dados estatísticos levantados pela Coleção 5 do MapBioma, observou-se que entre os anos de 1985, 1995, 2015 e 2019 a REBIO apresentou as categorias de uso e cobertura: Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Pastagem, água (Rio, Lagos e Oceanos), Soja e Outras Lavouras Temporárias.

Verificou-se que a Floresta Natural, constituída pela Formação Florestal, é a cobertura predominante, a qual é caracterizada pela Floresta Ombrófila Densa e que, nos últimos anos vem perdendo espaço para outras formações como a Campestre e Outras Lavouras Temporárias, as quais são consequência da intensa ação antrópica na reserva.

Essa afirmação foi comprovada quando as informações das tabelas de atributos de cada década foram cruzadas entre si, apontando um crescimento do desmatamento entre os anos de 2005 e 2015, onde a Floresta foi dando lugar a outras categorias, com predomínio da abertura de áreas para pastagem.

Unindo essas informações da REBIO com as Terras Indígenas, percebeu-se que nos mesmos anos observados, as categorias da Formação Florestal e Pastagem tiveram o mesmo comportamento evidentemente nas bordas do mosaico desses territórios, levando a induzir que os maiores conflitos e irregularidades legais, concentram-se no limites dessas unidades.

Aqui também destaca-se o papel das Unidades de Conservação e Terras indígenas, pois, são áreas onde o desmatamento é menor, evidenciando o papel que ambas possuem para a conservação da vegetação florestal.

Ao cruzar os dados espaciais de uso e cobertura com os de frequência de queimadas dos anos de 2001 a 2019, foi percebido que a cobertura que mais queimou entre todos os anos foi a Formação Florestal e, o uso, a Pastagem. De acordo com o mencionado, essas queimas podem estar relacionadas ao desmatamento e utilização intencional do fogo para limpeza de áreas, embora entre os anos de 2015 e 2016, o Brasil tenha passado pelo período crítico de estiagem.

Deixa-se aqui ressaltado que, inicialmente, como grande parte dessas classificações terem sido levantadas através do sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, a acurácia desses dados serão validados por meio da visita de campo na REBIO, sendo uma tarefa burocrática, uma vez que necessita da autorização e acompanhamento de órgãos ambientais competentes. O mesmo fato ocorre com as informações sobre as frequências de queimadas.

Tomando como base o exposto, conclui-se que a REBIO passa por sucessivas transformações paisagísticas impulsionadas pela sociedade e que, diversos conflitos socioambientais entre a reserva e as terras indígenas estão baseados no avanço da pastagem sobre essas áreas. Inferiu-se também que por mais que as leis ambientais reprimem essas atitudes, ainda se fazem falhas na fiscalização, necessitando assim, do aprimoramento das mesmas.

Todos os objetivos da pesquisa foram alcançados, com ressalva para as atividades de campo que não puderão ser realizadas devido a falta de recursos financeiros para custeá-la e a pandemia da Covid – 19, que impossibilitou algumas questões logísticas e legais mencionadas

anteriormente. Todavia, os resultados apresentados podem servir como base para o desenvolvimento de futuras pesquisas no bioma amazônico, em especial, na REBIO do Gurupi, uma área que necessita de atenção por parte do Governo Brasileiro e da sociedade.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Beatriz Ventura. **Estudos Hidrológicos da Bacia do rio Pindaré-Mirim**. 2013. Monografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008376.pdf>. Acesso em: 15 jun 2021.
- AGROICONE. **Os indicadores de resultado na restauração da vegetação nativa** [livro eletrônico] / [coordenação Rodrigo Lima]. -- São Paulo : Agroicone, 2020.
- AMORIM, Tamiris Xavier; SENNA, Mônica Carneiro Alves; CATALDI, Marcio. Impactos do desmatamento progressivo da Amazônia na precipitação do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2019.
- ARAGÃO, Luiz E. O. C.; SILVA JUNIOR, Celso H. L.; ANDERSON, Liana O. **O desafio do Brasil para conter o desmatamento e as queimadas na Amazônia durante a pandemia por COVID-19 em 2020: implicações ambientais, sociais e sua governança**. São José dos Campos, 2020. 34p.
- 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.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/4043>. Acesso em: 28 set. 2020.
- 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. jan. 2021.
- . **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 3 de out. 2021.
- CELENTANO, D.; MIRANDA, M. V. C.; MENDONÇA, E. N.; ROUSSEAU, G. X.; MUNIZ, F. H.; LOCH, V. do C.; VARGA, I. van D.; FREITAS, L.; ARAÚJO, P.; NARVAES, I. da S.; ADAMI, M.; GOMES, A. R.; RODRIGUES, J. C.; KAHWAGE, C.; PINHEIRO, M.; MARTINS, M. B. **Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi"** - A região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos Avançados, [S. l.]**, v. 32, n. 92, p. 315-339, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/146453>. Acesso em: 24 set. 2021.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE, 2020. **Estrada de Ferro Carajás: o caminho onde passa a nossa riqueza**. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/pt/initiatives/innovation/carajas-railway/paginas/default.aspx>>. Acesso em 02 de mar. de 2021.

COSTA, Francisco Wendell Dias. **Áreas protegidas e legislação ambiental: uma abordagem sobre a gestão de Unidades de Conservação no Maranhão**, 2016. Disponível em: [http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1467164001\\_ARQUIVO\\_AREASPROTEGIDASELEGISLACAOAMBIENTALumaabordagemsobreagestaodeUnidadesdeConservacaonoMaranhao.pdf](http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1467164001_ARQUIVO_AREASPROTEGIDASELEGISLACAOAMBIENTALumaabordagemsobreagestaodeUnidadesdeConservacaonoMaranhao.pdf). Acesso em: 10 de ago. 2021.

COSTA, Jéssica Aline Santana. **As Mudanças climáticas e possíveis impactos no bioma Amazônia**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/203078/000918791.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 jun. 2021.

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](http://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15440/1/rel-centro_novo_ma.pdf)>. Acesso em 15 de jan. de 2021.

CPRM. **Restinga**, 2018. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/restinga.htm>. Acesso em: 4 fev. 2021.

DIAS, L. J.; SANTOS, L.C.A. **Recursos hídricos e desenvolvimento regional: experiências maranhenses**. 1. ed. São Luís (MA): EDUEMA, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA **Conservação da biodiversidade do Estado do Maranhão: cenário Atual em dados geoespaciais. Jaguariúna**: Embrapa Meio Ambiente, 2016

---

**Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]**. – 5. ed., – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

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. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/2019>. Acesso em: 10 dez. 2021.

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. Disponível em: [http://www.enanpege.ggf.br/2019/resources/anais/8/1562627607\\_ARQUIVO\\_TrabalhocompletoEnanpege2019v2.pdf](http://www.enanpege.ggf.br/2019/resources/anais/8/1562627607_ARQUIVO_TrabalhocompletoEnanpege2019v2.pdf). Acesso em: 10 nov. 2021.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). **Estudo elenca dez regras de ouro para o reflorestamento**, 2021. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/estudo-elenca-dez-regras-de-ouro-para-o-reflorestamento/35680/>. Acesso em: 08 de nov. 2021.

GAMA, Dráuzio Correia. Manejo florestal sustentado da Caatinga: aspecto legal e técnico-científico. *Advances in Forestry Science*, v. 8, n. 1, p. 1363-1376, 2021.

GOMES, Pedro Lucas Machado. **Tributação ambiental e a preservação do meio ambiente: um relato das experiências dos países da OCDE e do Brasil**. 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/61211>. Acesso em: 14 de abr. 2021.

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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D95614.htm). Acesso em: 08 de fev. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 3 de out. 2021.

\_\_\_\_\_. 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.

\_\_\_\_\_. 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. jan. 2021.

INSTITUTO FEDERAL DO MARANHÃO (IFMA). **Panorama da saúde pública e da educação ambiental na Baixada Maranhense nos anos de 2000 a 2009**. / Organizadores José Manuel Macário Rebêlo; Tereza Cristina Silva e Yrla Nivea Oliveira Pereira. São Luís, MA: IFMA, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2013, Ed 3. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 08. Set.2020.

\_\_\_\_\_. 2020. **Centro Novo do Maranhão**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/centro-novo-do-maranhao>. Acesso em 15 de jan. de 2021.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico da vegetação brasileira**, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>&gt;. Acesso em 05 de jan. de 2021

\_\_\_\_\_. **Unidades de conservação**. Portal Brasileiro de dados abertos, 2021. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/unidadesdeconservacao>. Acesso em: 07. Ago. 2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Grupos**, 2021. Disponível em:

<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/grupos>. Acesso em: 09 de set. 2021.

. 2020.

**Rebio do Gurupi**. Disponível em:

<<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1998-rebio-do-gurupi>>. Acesso em 10 de fev. de 2021.

INSTITUTO SOCIEDADE, POPULAÇÃO E NATUREZA (ISPN). **Fauna e Flora**, 2020. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/amazonia/fauna-e-flora-da-amazonia/>. Acesso em: 09 set. 2021.

JAMES, Meyre Jessica; JÚNIOR, ANTÔNIO EMÍDIO DE ARAÚJO SANTOS; DA COSTA, Jeferson Sena. Aspectos estratigráficos e análise de minerais pesados das formações ipixuna, barreiras e pós-barreiras, entre as cidades de Jacundá e Goianésia do Pará, sub-bacia de Mocajuba, sudeste do Estado do Pará. **Geociências (São Paulo)**, v. 37, n. 4, p. 759-773, 2019.

LIMA, Gustavo Pereira et al. Caracterização fisionômica da Restinga da Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 6, p. 1910-1920, 2017.

MAPBIOMAS. **Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 5 do MapBiomias**, 2019. Disponível em: [https://mapbiomasbrsite.s3.amazonaws.com/\\_PTBR\\_C%C3%B3digos\\_da\\_legenda\\_Cole%C3%A7%C3%A3o\\_5.pdf&g](https://mapbiomasbrsite.s3.amazonaws.com/_PTBR_C%C3%B3digos_da_legenda_Cole%C3%A7%C3%A3o_5.pdf&g). Acesso em 05 de jul. de 2021.

MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha et al. **Bacias hidrográficas e regiões hidrográficas do Brasil: cálculo de áreas, diferenças e considerações**. 2017. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/23799>. Acesso em: 16 de out. 2021.

MARINHO, Cristina de Oliveira. **Os biomas da região semiárida: aspectos territoriais**, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/3886>. Acesso em: 24 jul. 2021.

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**. Disponível em: [https://dialogoflorestal.org.br/wp-content/uploads/2020/03/Cochairs\\_Summary\\_Final\\_PT.pdf](https://dialogoflorestal.org.br/wp-content/uploads/2020/03/Cochairs_Summary_Final_PT.pdf). Acesso em: 12 de mar. 2021.

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

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. **A força e as limitações das florestas secundárias**, 2019. Disponível em: <https://www.museu-goeldi.br/a-forca-e-as-limitacoes-das-florestas-secundarias>. Acesso em: 19 de mai. 2021.

NOGUEIRA, Wagner Aparecido. **Equilíbrio de matérias na produção; os recursos naturais, a escassez – uma análise do caso processo produtivo da BMW.** (Monografia), São Paulo: IFMA, 2017.

NUNO, David. O valor económico da paisagem—uma análise comparativa entre métodos de valoração económica. **GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 12, p. 101, 2017.

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. Disponível em: [http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10506/1/LIVRO\\_Geotecnologias\\_e\\_suas\\_aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10506/1/LIVRO_Geotecnologias_e_suas_aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf). Acesso em: 14 fev. 2021.

PAIVA, Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro; JUNIOR, Orleno Marques da Silva; MACIEL, Maria de Nazaré Martins; BRAGA, Thais Gleice Martins; ROCHA, Eduardo Saraiva da; GAMA, Luana Helena Oliveira Monteiro. **Análise multitemporal dos focos de calor na Reserva Biológica do Gurupi-MA.** Agropecuária Científica no Semiárido, 2019.

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 dez. 2021

RSTUDIO. **Assuma o controle do seu código R**, 2021. Disponível em: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/>. Acesso em: 19. ago. 2021.

SANTOS, Éder Pereira dos; PIROLI, Edson Luís. **Deteção 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, Gesmar Rosa dos; VIAN, Carlos Eduardo de Freitas; MATTEI, Lauro. **Notas conceituais e definições de suporte às políticas públicas para a agropecuária após a Constituição Federal de 1988**, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10476>. Acesso em: 03 ago. 2021.

SANTOS, Thiago Oliveira. 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.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SEMA). **SNUC e a importância das Unidades de Conservação Municipais para a conservação da biodiversidade**, 2020. Disponível em: [https://www.sema.ma.gov.br/files/2020/07/Apresenta%C3%A7%C3%A3o-SNUC\\_junho\\_2020.pdf](https://www.sema.ma.gov.br/files/2020/07/Apresenta%C3%A7%C3%A3o-SNUC_junho_2020.pdf). Acesso em: 12 de out. 2021.

---

Unidades de Conservação, 2019. Disponível em: <https://www.sema.ma.gov.br/unidades-de-conservacao/>. Acesso em: 02 de set. 2021.

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: . Acesso em: 15 dez. 2017.

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. jan. 2021.

SILVÉRIO, Divino et al. **Amazônia em chamas**. Nota técnica do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia-IPAM. Recuperado de: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2019/08/NT-Fogo-Amazo%CC%82nia-2019.pdf>, 2019.

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.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E DOS TERRITÓRIOS (TJDFT). **Desmatar, cortar árvore ou destruir floresta protegida é crime**, 2021. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/campanhas-e-produtos/direito-facil/edicao-semanal/desmatar-cortar-arvore-ou-destruir-floresta-protegida-e-crime>. Acesso em: 03 dez. 2021.

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

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>&gt; Acesso em: 15 de nov. de 2020.