



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

MICHELLY DE SOUZA CRUZ

**O PAPEL DA GOVERNANÇA NA FLORESTA NACIONAL DO CARAJÁS PARA O
EFETIVO DESEMPENHO NA CONSERVAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL**

Belém-Pará

2024

MICHELLY DE SOUZA CRUZ

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

Linha de pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais

Orientador: Prof. Dr. Bruno Spacek Godoy

Coorientador: Prof. Dr. João Santos Nahum

Belém-Pará

2024

MICHELLY DE SOUZA CRUZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para a obtenção de grau de Mestre em Ciências Ambientais.


Área de concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

Linha de pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais


Data da Defesa: 30/04/2024

Conceito: Aprovado


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 BRUNO SPACEK GODOY
Data: 18/07/2024 09:47:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Bruno Spacek Godoy - Orientador
Doutor em Ecologia e Evolução,
Universidade Federal do Pará

Documento assinado digitalmente
 LAURA JANE GOMES
Data: 30/04/2024 16:34:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Laura Jane Gomes – Membro Externo
Doutora em Engenharia Agrícola,
Universidade Federal de Sergipe

Documento assinado digitalmente
 MARIA ISABEL VITORINO
Data: 03/05/2024 19:59:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Maria Isabel Vitorino – Membro Interno
Doutora em Meteorologia,
Universidade Federal do Pará

Documento assinado digitalmente
 MARLUCIA BONIFACIO MARTINS
Data: 09/05/2024 20:42:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Marlúcia Bonifácio Martins – Membro Interno
Doutora em Ecologia,
Museu Paraense Emílio Goeldi

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço ao meu Deus por toda força, discernimento e sabedoria que ele me proporcionou durante todo o processo de escrita desta dissertação. Nos dias bons e ruins a oração e diálogos com Ele me conduziram ao final deste ciclo. Agradeço a minha família, meus amigos, meu orientador Bruno Godoy e coorientador João Nahun e as companhias da UFPA, Jaqueline, Maria, Camila, Rosana, Thinaira e Luan por todo suporte durante este caminho até aqui.

As pessoas que contribuíram para que eu desenvolvesse uma paixão por Unidades de Conservação, Laura Jane e Valdelice Barreto.

Ao apoio da CAPES pelo suporte financeiro durante a pesquisa e ao PPGCA pela assistência nesses dois anos.

No mais, agradeço as pessoas que já se foram, mas que sem o apoio deles no passado, eu não daria passos tão importantes em minha vida, pois foram essenciais desde a minha decisão em ser ecóloga até os dias atuais, minha tia avó Maria da Conceição, minha irmã Laura Maria, minha prima Oro Yasmin e o meu cachorrinho Marley.

RESUMO

As unidades de conservação são estratégias de preservação e manutenção dos remanescentes florestais e biodiversidade dos biomas locais, assim como para o equilíbrio do manejo sustentável e a mitigação as mudanças climáticas. O uso da terra em áreas protegidas pode ocasionar o declínio das áreas florestais nesses espaços, fazendo com que o objetivo de criação proposto para a criação da Unidade de Conservação, seja ineficaz. Uma governança eficaz e equitativa pode auxiliar na busca do desenvolvimento sustentável nessas áreas. No presente estudo foram avaliados os efeitos da governança na gestão da Floresta Nacional do Carajás para a conservação da cobertura florestal na região, compreendendo como as práticas de governança impactam o desempenho das ações de conservação. Foram utilizadas imagens geoprocessadas de uso da terra, provenientes do Mapbiomas dos anos 1998, 2004, 2010, 2016 e 2022 bem como uma análise qualitativa das atas de reuniões do conselho consultivo dos anos de 2018 a 2023. Constatou-se que as atividades de mineração e pastagem são crescentes na FLONA, assim como a perda de formação campestre e afloramentos rochosos. Mesmo com a perda de vegetação campestre, os remanescentes dos tipos florestais tiveram pouca perda dentro desses espaços. As atas mostraram uma participação ativa nas discussões para a conservação ambiental diante da mineração, porém, as ações para atividades de pastagens são inexistentes. Foram discutidos também a proposta do novo zoneamento para a extração de minérios em outras zonas na FLONA. Ainda que discutidas, as ações diante das atividades propostas ainda são pequenas, levando ao crescimento da mineração e pastagem no local e conseqüentemente, a perda de vegetação. Para alcançar um desempenho efetivo na conservação da cobertura florestal, é essencial investir na melhoria contínua da governança, promovendo uma gestão ambiental mais integrada, transparente e ativa, visando ações a todas as atividades antrópicas de uso da terra e uma educação ambiental mais assertiva, inclusiva e dinâmica.

Palavras-chave: conservação da biodiversidade; mineração; conselho popular; Amazônia.

ABSTRACT

Protected areas serve as strategies for the preservation and maintenance of forest remnants and biodiversity within local biomes, as well as for the sustainable management equilibrium and mitigation of climate change impacts. Land use within these spaces can lead to the decline of forested areas, thereby jeopardizing the intended objectives for establishing such territories. Effective and equitable governance can help in the pursuit of sustainable development within these areas. In our study, we assessed the effects of governance on the management of Carajás National Forest in conserving forest cover in the region, comprehending how governance practices impact the performance of conservation actions. We utilized geoprocessed images from Mapbiomas land use datasets of Carajás National Forest from the years 1998, 2004, 2010, 2016, and 2022, as well as a qualitative analysis of minutes from advisory board meetings from 2018 to 2023. Our findings indicate that mining and pasture activities are increasing within the National Forest, alongside the loss of grassland formations and rocky outcrops. Despite the loss of grassland vegetation, remnants of forest types experienced minimal loss within these spaces. The minutes showed active participation in discussions regarding environmental conservation in the face of mining activities; however, actions concerning pasture activities were absent. Discussions also included proposals for new zoning for mineral extraction in other zones within the National Forest. Although deliberated upon, actions in response to proposed activities remain minimal, leading to the growth of mining and pasture within the area and consequently, vegetation loss. To achieve effective performance in forest cover conservation, it is essential to invest in continuous improvement of governance, promoting more integrated, transparent, and proactive environmental management, aiming at actions addressing all anthropogenic land use activities and fostering a more inclusive environmental education.

Keyword: biodiversity conservation; mining activities; popular council; Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - (A) Zoneamento da Floresta Nacional de Carajás estabelecido em 2004. Fonte ICMBio 2016. (B) - Zoneamento da Floresta Nacional de Carajás atual.....	28
Figura 2 - Localização geográfica da Floresta Nacional do Carajás	31
Figura 3 - Percentual de perdas e ganhos entre as classes de uso da terra da Flona do Carajás entre os anos de 1998 e 2022.....	35
Figura 4 - Classes de uso da terra nos anos de 1998 e 2022 da floresta Nacional de Carajás..	37
Figura 5 - Uso da terra nas zonas de mineração, com ênfase nos anos de 1998 e 2022	38
Figura 6 - Uso da terra nas zonas de manejo florestal sustentável e de uso conflitante.....	39
Figura 7- Delimitação do Parque Nacional (Parna) dos campos ferruginosos e o uso da terra nas zonas da Flona de Carajás ocupadas pelo Parque.....	40
Figura 8 - Diagrama de árvore das codificações dos temas analisados nas ATAS de reunião do conselho consultivo da Flona do Carajás	42
Figura 9 - Pontos de mineração da Vale S/A (numerações) e dos afloramentos rochosos (molde vermelho) da FLONA de Carajás	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grupos e categorias de Unidades de Conservação conforme descrito no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação	23
Tabela 2 - Composição do conselho consultivo da Floresta Nacional do Carajás	27
Tabela 3 - Tipos de zonas da Floresta Nacional do Carajás	29
Tabela 4 - Mudanças em percentual (%) e quilômetros quadrado Km ²) nas classes de uso da terra na área de estudo	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Município de Parauapebas e a Vale	16
3.2 Áreas Protegidas no Brasil	18
3.3 Governança em Unidades de Conservação	24
3.4 Zoneamento	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 Área de estudo	30
4.2 Coleta de Dados	31
4.2.1 Análise quantitativa	31
4.2.2 Análise qualitativa	31
4.3 Análise de Dados	32
4.3.1 Análise quantitativa	32
4.3.2 Análise qualitativa	33
5 RESULTADOS	35
5.1 Zoneamento	38
5.2 Governança e Conservação	40
5.2.1 Atas de reuniões do conselho consultivo	40
6 DISCUSSÃO	44

6.1 Uso da Terra na Flona do Carajás	45
6.2 Governança e Conservação	47
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A	60

1 INTRODUÇÃO

É intrínseco à história as interações contínuas do homem com a natureza, inicialmente centradas em atividades essenciais como a caça, pesca e agricultura, realizadas de maneira equilibrada e com a garantia da subsistência (Costanza *et al.*, 2007). Entretanto, com o avanço tecnológico, as práticas de uso da terra evoluíram, priorizando o crescimento econômico em detrimento do equilíbrio ambiental (Ferreira; Venticinque; Almeida, 2005).

Com a intensificação das atividades antrópicas e o surgimento de consequências que introduzem risco à qualidade de vida e ao equilíbrio ecossistêmico, o manejo de ambientes naturais passou a se tornar pauta nas discussões sobre o uso dos recursos naturais. O manejo ambiental, busca um equilíbrio das atividades de uso dos recursos naturais e uso da terra com a preservação e conservação ambiental (Maciel, 2015; Pamplona; Cacciamali, 2017; Rodrigues; Silva, 2019).

Os ecossistemas florestais desempenham um papel fundamental no sequestro de carbono, e a Amazônia sendo a maior floresta tropical do mundo, é um dos ecossistemas mais importantes para a biodiversidade e regulação climática (Heinrich *et al.*, 2021; Heinrich *et al.*, 2020; Melillo *et al.*, 2016). A Floresta Amazônica constitui um dos maiores depósitos de carbono no ecossistema terrestre, retendo aproximadamente 150–200 Pg C na biomassa viva, influenciando diretamente os padrões climáticos e a mitigação dos gases que potencializam o efeito estufa (Espírito-Santo *et al.*, 2014; Fearnside, 2012; Rappaport *et al.*, 2018; Phillips *et al.*, 2017).

Além disso, a redução da vegetação nativa diminui o desempenho da floresta em absorver CO₂ ou até mesmo em se tornar uma fonte de liberação de dióxido de carbono, pois o CO₂ sequestrado é liberado com a supressão da floresta, fato ocorrente principalmente em florestas ombrófilas densas; (Bonini *et al.*, 2018; Fearnside, 1996; Rius *et al.*, 2023; Tong *et al.*, 2018).

Entendendo a importância das florestas para o equilíbrio ambiental global e a crescente nos conflitos entre a conservação florestal e o desenvolvimento socioeconômico, principalmente na Amazônia, houve a importância em criar estratégias de proteção para áreas verdes, principalmente na região amazônica, em consequência as suas políticas de desenvolvimento regional (Ferreira; Venticinque; Almeida, 2005; Soares-Filho, 2016; Rocha *et al.*, 2012).

De acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), as áreas protegidas têm um papel significativo na conservação da diversidade biológica e regulação do clima mundial (Félix; Fontgalland, 2021; Shafer, 2015; Trevizan; Oliveira, 2021). Essas áreas são importantes instrumentos mitigadores das mudanças climáticas, citados na Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, e um dos principais instrumentos para atingir as metas de redução de emissões de GEE no Brasil até 2030 (Brasil, 2009; Paiva *et al.*, 2020).

A criação de áreas protegidas emergiu como uma estratégia crucial na preservação de biomas e nas atuais discussões é incluída como uma estratégia incontestável para conter o desmatamento, as pressões das atividades de uso da terra, a fragmentação das paisagens e a conservação da biodiversidade. Isso se destaca especialmente para criação de Unidades de Conservação (UC's), pois o índice de perda florestal dentro desses espaços protegidos, ainda que ocorrentes, é menor se comparado com áreas não protegidas (Qin *et al.*, 2023), e a estipulação de normas que regem a utilização, ocupação e gestão eficaz desses espaços legalmente protegidos podem influenciar nesses resultados (Brasil, 2002; Peccatiello, 2011).

É necessário que as políticas públicas garantam a participação social como parte das estratégias de gestão, aliás, já é assegurada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Nesse contexto, a governança pode ser definida como um conjunto de processos, procedimentos, recursos, instituições e atores que determinam como as decisões são tomadas e implementadas. É crescente a preocupação com a gestão efetiva de UC's em meio aos processos de preservação ambiental e gestão sustentável de recursos naturais tornou-se uma questão crucial no cenário contemporâneo, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas globais (Macura; Secco; Pullin, 2013; Matarazzo; Salas, 2020; Nolte *et al.*, 2013).

Contudo, a efetividade das UC's depende intrinsecamente de práticas de governança eficientes capazes de conciliar interesses diversos e promover a sustentabilidade a longo prazo. A governança pode desempenhar um papel crucial na capacidade de uma UC enfrentar desafios que, sem uma governança eficiente e efetiva, podem levar ao déficit da consolidação dos objetivos de criação dessas áreas protegidas (Costa *et al.*, 2018b; Jacaúna, 2020; Macura; Secco; Pullin, 2013).

O regime de proteção das áreas naturais tem como desafio a integralização do social, político e órgão gestor nos processos decisórios e gestão das UC's (Silva *et al.*, 2020). Conselhos gestores potencializam a elaboração coletiva de políticas públicas, de aprendizagem e facilitam o diálogo entre a população e o poder público, fortalecendo a qualidade da participação social (Magalhães; Bononi; Mercante, 2010).

A abordagem participativa envolvendo comunidades locais, órgãos governamentais e organizações é um pressuposto para o cumprimento dos aspectos sociais na gestão do patrimônio natural e cultural, dando um suporte aos gestores no processo de governança da UC (Loureiro; Cunha, 2008; Magalhães; Bononi; Mercante, 2010; Menezes, 2014; Viana; Umbelino, 2016).

A perda de cobertura vegetal para o uso da terra eleva aos grandes índices de desmatamentos nas delimitações de unidades de conservação (Ferreira; Venticinque; Almeida, 2005) e utilizar estratégias para o monitoramento dessas áreas é significativo para conter os impactos ambientais da área, principalmente a perda da cobertura vegetal (Ayach *et al.*, 2014; Giovanelli *et al.*, 2016; Souza Pinto *et al.*, 2021).

O geoprocessamento desempenha um papel crucial na análise e acompanhamento da preservação de áreas florestais e nas alterações no uso e cobertura do solo e tem sido um instrumento utilizado para o monitoramento dos impactos das atividades de uso da terra em Unidades de Conservação (Souza *et al.*, 2017; Tesfaw *et al.*, 2018).

Ao combinar informações espaciais de várias fontes, como as imagens de satélite, dados topográficos e registros territoriais, a geotecnologia permite uma avaliação abrangente e precisa da vegetação, mudanças na ocupação do solo, impactos ambientais ao longo do tempo e ajudando na orientação da governança nos processos de tomadas de decisões das políticas ambientais e no planejamento territorial sustentável. Portanto, a utilização de mapas do uso e mudanças da terra contribui para informações precisas e eficazes para a gestão e conservação das florestas e recursos naturais (Souza *et al.*, 2020).

A Floresta Nacional (FLONA) do Carajás é uma UC de uso sustentável no sudoeste do Pará e abriga grandes áreas de mineração, que geram inúmeros desafios para a FLONA conciliar a manutenção dos atributos da serra de Carajás com a exploração de uma das mais ricas jazidas de minério de ferro do mundo (Barcelos; Mota, 2022; Martins; Kamino; Ribeiro, 2018; Vidal; Mascarenhas, 2020), a maior em ferro de alto teor, com 18 bilhões de toneladas. A criação da UC foi instituída pelo decreto de criação nº 2.486, de 2 de fevereiro de 1998, visando como um de seus objetivos o desenvolvimento econômico e a conservação da biodiversidade (Martins; Kamino; Ribeiro, 2018). Um mecanismo usado para gerir e monitorar a eficácia de UC's como a FLONA de Carajás é o plano de manejo (Catojo; Jesus, 2022; Luis; Moncayo, 2016; Santana; Santos; Barbosa, 2020).

O plano de manejo é um instrumento norteador das atividades a serem desenvolvidas e direciona a governança aos objetivos de conservação na UC em intermédio aos objetivos do

SNUC e o decreto de criação. Inicialmente elaborado em 2004, foi substituído por um atual plano de manejo em 2016 para inserir e definir uma direção mais específica ao manejo em destacar os valores da FLONA para a conservação da natureza, e a inserir de um zoneamento que abrange zonas mais significativas para a conservação da vegetação, garantindo principalmente a proteção de áreas de savana metalólicas. Os objetivos específicos do plano de manejo visam:

1. Conservar a biodiversidade, os recursos naturais e belezas cênicas, protegendo as espécies da fauna e flora da Amazônia Meridional, com ênfase nas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, e os ecossistemas diferenciados presentes na Floresta Nacional, tais como a Savana Metalófila e a Floresta Estacional.
2. Promover o uso múltiplo dos recursos naturais através de arranjos produtivos locais que objetivem o manejo e aproveitamento econômico da floresta; a pesquisa científica; a educação ambiental e turismo sustentável, contribuindo com o desenvolvimento ambiental e socioeconômico da região.
3. Compatibilizar a exploração mineral com a conservação da biodiversidade e usos múltiplos previstos para as Florestas Nacionais, permitindo a pesquisa, a lavra, o beneficiamento, o transporte e a comercialização de recursos minerais conforme decreto de criação da unidade de conservação, nos limites previstos no Decreto nº 1.298, de 27 de outubro de 1994.
4. Proteger e manter as características hidrológicas, ecológicas e cênicas dos recursos hídricos da bacia do rio Itacaiúnas (Luis; Moncayo, 2016).

Destarte, o presente estudo teve como propósito investigar a relação entre a governança e o desempenho nas tomadas de decisões em torno da conservação da cobertura vegetal em suas delimitações. A escolha desta área especificamente se justifica pela sua relevância ambiental, a diversidade de ecossistemas presentes e a sua abordagem ao manejo sustentável. Ao longo da dissertação, serão explorados os mecanismos de governança aplicados na FLONA do Carajás, identificando as tomadas de decisões participativas da governança na UC sobre a conservação e a perda de cobertura vegetal em um espaço temporal durante todo o processo de consolidação e gestão da UC. Por meio dessa análise, busca-se contribuir para o aprimoramento das estratégias de governança em unidades de conservação, visando uma gestão mais eficiente e adaptativa diante das mudanças do uso da terra e os impactos da conservação das FLONA.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da governança na gestão da Floresta Nacional do Carajás para a conservação da cobertura florestal na região. Este estudo visa compreender como as práticas de governança impactam o desempenho das ações de conservação.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar os dados vetoriais de uso da terra do Mapbiomas dos anos de 1998, 2004, 2010, 2016 e 2022;
- Analisar os cenários de uso da terra em intervalos entre os anos de 1998 e 2022;
- Realizar análises das ATAS de reuniões do conselho consultivo para identificar as ações entre as tomadas de decisões da governança para a conservação da cobertura florestal;
- Descrever e analisar a governança na gestão da FLONA por meio da atuação do conselho consultivo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Município de Parauapebas e a Vale

Na Década de 1960 foi descoberto pelo geólogo Breno dos Santos uma das maiores jazidas de ferro do mundo, localizada na serra do Carajás. Carajás, a época, era um território de Marabá. O projeto de instalação, do projeto intitulado “Ferro Carajás”, deu início em 1970, quando a Companhia Vale do Rio Doce, que atualmente é conhecida apenas por “VALE, se associou à empresa U.S. Steel, o que posteriormente criou a Amazônia Mineração S.A, e assim, iniciou a exploração do Ferro Carajás (Wanderley, 2021).

A exploração de ouro, ferro e manganês no local, foi adquirida com exclusividade pela VALE. Anteriormente ao trabalho de extração de minérios o local era ocupado por terras indígenas dos Xikrin do Cateté e alguns povos tradicionais que tinham como subsistência a Castanha do Pará, é em meio a esse cenário modificado a cada dia que novos territórios e pessoas oriundas de todas as regiões do Brasil se fixaram no sudeste do estado do Pará (Petit, 2003).

A extração dos minérios na região está localizada entre dois territórios, Parauapebas e Carajás. Parauapebas é um município localizado no sudeste do Pará e foi formada pelas descobertas de grandes pontos de minérios de ferro na Serra dos Carajás entre o final da década de 1960 e início da década de 1970. A partir da década de 1980 iniciaram o processo de ativação e exploração das jazidas e com isso, a migração de povos de todas as localidades do Brasil para a região (Barros *et.al*, 2015).

Anterior ao projeto ferro carajás, Parauapebas era uma vila de Marabá chamada “Rio Verde”, popularmente conhecido como inferninho. Com o crescimento populacional da vila verde, houve a pressão para emancipação do município de Marabá, que em maio de 1988, o governador do Pará a época, Hélio Gueiros, sancionou a lei municipal nº 5.44/88 que criou o município depois de um plebiscito no qual 99% de 16 mil eleitores votaram a favor da emancipação (Petit, 2003).

A cidade de Parauapebas tem a 3ª economia do Estado e a 37ª do País, com um PIB per capita de R\$ 227.449,71. O desenvolvimento acelerado, por consequência da expansão da mineração no território, ocasionou ao município desafios no desenvolvimento territorial e socioambiental, que atingem a saúde e meio ambiente, que ocupam a posição 92ª e 5ª no ranking do Estado e 2670ª e 110ª no ranking do País, respectivamente, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística - IBGE (Barros; Gutterres; Silva, 2015; Ibge 2023).

O Município de Canaã dos Carajás originou-se a partir da criação de um assentamento agrícola no Estado do Pará. Em 1982, o Projeto de Assentamento Carajás, na região sudeste do Estado, foi implementado pelo Grupo Executivo das Terras do Araguaia e Tocantins, do Governo Federal, com o objetivo de resolver conflitos pela posse da terra na área. Somente em outubro de 1994, através da Lei Estadual 5.860, o Assentamento Carajás foi elevado à categoria de município independente, denominado Canaã dos Carajás conforme Lei Estadual 5.860, 1994.

Durante a década de 1990, Canaã dos Carajás tinha uma economia predominantemente agrícola, no entanto, a descoberta de jazidas minerais de cobre, níquel e ferro no final do milênio transformou a economia local. A mina de Sossego, explorando cobre, foi a primeira a ser estabelecida, iniciando suas operações em 2003. Em 2011, começou a construção da mina de S11D, um dos primeiros projetos de mineração de minério de ferro do mundo, trazendo também grandes impactos para a região e, posteriormente, as mitigações desses impactos elencados pela VALE em seus relatórios (Vale S.A., 2011, 2021).

Com a integração da atividade mineradora, a população de Canaã dos Carajás cresceu significativamente, e hoje a sua população é em torno de 77.079 (Ibge, 2022). Com a ascensão da VALE, é notório a ocupação da região, o IDH do município que era de 0,276 em 1991 e passou a 0,673 em 2010, de acordo com o último censo do IBGE, e até 2021 detinha um PIB per capita de R\$ 894.806,28, demonstrando como a mineração trouxe uma força econômica para a região.

A VALE implementou diversos projetos sustentáveis, entre eles se destacam o Bioparque Vale Amazônia, o Instituto Tecnológico Vale (ITV) e a Criação das Unidades de Conservação Federal de uso sustentável e integral, através do ICMBio, na região (ITV, 2024). Bioparque foi criado em 1985 e está contido dentro da Floresta Nacional de Carajás, com 30 hectares de floresta nativa, o ambiente contém espécies de aves, mamíferos e répteis, além de vistosas espécies da flora amazônica. A ideia é propor ao visitante uma imersão a biodiversidade amazônica existente no local (ITV, 2024).

O ITV iniciou em 2009 e teve como principal foco as pesquisas científicas, a expansão do conhecimento e a fronteira dos negócios da VALE de maneira sustentável na região, eles abrangem duas linhas de pesquisa, a mineração e o desenvolvimento sustentável, até dezembro de 2023 o investimento do ITV era de 889,80 milhões e 1994 pesquisas científicas publicadas, valores acumulados (Vale S.A., 2011, 2023)

As unidades de conservação nas regiões tiveram como intuito fortalecer o desenvolvimento sustentável proposto pela VALE S/A, hoje a região conta com um conjunto

de Unidades de Conservação de categorias sustentável e integral, o complexo inclui a Floresta Nacional de Carajás (FLONA), a Reserva Biológica do Tapirapé-Aquiri, a Floresta Nacional do Itacaiúnas, a Reserva Biológica do Tapirapé e a Área de Proteção Ambiental do Igarapé do Gelado. Sendo uma delas a Floresta Nacional de Carajás, um dos instrumentos desse estudo, A FLONA é administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Icmbio) em parceria com a mineradora Vale (Icmbio, 2016).

3.2 Áreas Protegidas no Brasil

As categorias de Unidades de Conservação no Brasil fazem parte do conjunto de territórios denominados de Área Protegida (AP). Dentro desse grupo de proteção existem outras tipologias e essas AP's são estabelecidas com o propósito de assegurar a preservação e conservação de todas as espécies da fauna e flora e promover a manutenção da biodiversidade, um instrumento de gestão (Brito, 2012; Félix, Fontgalland, 2021). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, as áreas protegidas no Brasil são referentes as áreas indígenas, quilombolas, áreas de preservação permanente, Reserva legal e Unidades de Conservação. Para além da proteção da fauna e flora, tais áreas desempenham um papel crucial na regulação climática, no abastecimento dos mananciais de água e na promoção da qualidade de vida para as comunidades e serviços ecossistêmicos (Santana *et al.*, 2018).

As áreas protegidas sob gestão privada surgem devido à inviabilidade de instituir reservas públicas em todas as localidades, bem como pela necessidade de preservar determinadas áreas independentemente de sua localização, como, por exemplo, as margens de rios, nascentes e cumes de morros. Sob essa perspectiva, ambas as categorias de áreas protegidas, públicas ou privadas, se complementam (Brasil, 2012; Brito, 2012; Mittermeier *et al.*, 2005).

Segundo a Constituição Federal de 1988, a conservação e preservação da natureza é obrigação conjunta do poder público e dos cidadãos:

“Art. 225 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Isso também alcança as florestas existentes nas propriedades privadas, as quais, segundo o Art. 1º do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771, de 15-09-1965), são bens de interesse comum a todos os habitantes do País. Com isso, as áreas protegidas públicas ou particulares são:

- a. **Reserva Legal** – É a área de cada propriedade particular onde não é permitido o desmatamento (corte raso), mas que pode ser utilizada em forma de manejo sustentado. A Reserva Legal é uma área necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo da fauna e flora nativas. Nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, onde ocorre a Mata Atlântica, a Reserva Legal é de 20% de cada propriedade; na Amazônia é de 80% para as áreas onde ocorre floresta e de 35% onde ocorre o cerrado;
- b. **Áreas de Preservação Permanente** – São áreas de grande importância ecológica e social, que têm a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. O Artigo 2º do Código Florestal considera de preservação permanente as seguintes áreas, cobertas ou não por vegetação nativa, localizadas nas áreas rurais e urbanas, ao longo de cada lado dos rios ou de outro qualquer curso de água, em faixa marginal;
- c. **Reserva Particular do Patrimônio Natural** – As Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's), apesar de ser uma categoria de Unidade de Conservação, é a única UC privada e tem como objetivo preservar áreas de importância ecológica ou paisagística. São criadas por iniciativa do proprietário, que solicita ao órgão ambiental o reconhecimento de parte ou do total do seu imóvel como RPPN. A RPPN é perpétua e deve ser averbada no cartório, à margem do registro do imóvel. Diferente da Reserva Legal, onde pode ser feito uso sustentável dos recursos naturais, inclusive de recursos madeireiros, na RPPN só podem ser desenvolvidas atividades de pesquisa científica, ecoturismo, recreação e educação ambiental;
- d. **Áreas de Preservação Permanente** – São áreas de grande importância ecológica e social, que têm a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. O Artigo 2º do Código Florestal considera de preservação permanente as seguintes áreas, cobertas ou não por vegetação nativa, localizadas nas áreas rurais e urbanas, ao longo de cada lado dos rios ou de outro qualquer curso de água, em faixa marginal;
- e. **Reserva Particular do Patrimônio Natural** – As Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's), apesar de ser uma categoria de Unidade de Conservação, é a única UC privada e tem como objetivo preservar áreas de importância ecológica ou paisagística. São criadas por iniciativa do proprietário, que solicita ao órgão ambiental

o reconhecimento de parte ou do total do seu imóvel como RPPN. A RPPN é perpétua e deve ser averbada no cartório, à margem do registro do imóvel. Diferente da Reserva Legal, onde pode ser feito uso sustentável dos recursos naturais, inclusive de recursos madeireiros, na RPPN só podem ser desenvolvidas atividades de pesquisa científica, ecoturismo, recreação e educação ambiental;

- f. **Corredores Ecológicos** – São regiões que conectam os fragmentos remanescentes de vegetação, permitindo a livre circulação de animais e a disseminação de sementes de plantas. Facilitando a troca genética entre as diferentes espécies da fauna e flora, promovendo a preservação da diversidade biológica e assegurando a manutenção dos recursos hídricos e do solo, ao mesmo tempo em que contribuem para a estabilidade climática e a configuração da paisagem. Os corredores podem estabelecer conexões entre unidades de conservação, propriedades particulares destinadas à conservação, áreas designadas como reservas legais, zonas de preservação permanente ou quaisquer outras áreas cobertas por ecossistemas florestais naturais, é um instrumento do Sistema Nacional de Unidade de Conservação - SNUC.
- g. **Terras Indígenas** - A Terra Indígena é a terra tradicionalmente ocupada por indígenas e definidas como sendo: aquelas por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias à sua reprodução física e cultural, sendo seus usos, costumes e tradições. Esta definição é proveniente do Parágrafo 1º do artigo 231 da Constituição Federal. Segundo o inciso XI do artigo 20 da Constituição, as terras indígenas constituem bens da União, que, pelo §4º do artigo 231, as terras indígenas são inalienáveis e indisponíveis e os direitos sobre elas imprescritíveis. A proteção das Terras Indígenas é fundamentada na Constituição Federal de 1988, que reconhece aos indígenas o direito originário sobre as terras que tradicionalmente ocupam. Além disso, a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), ratificada pelo Brasil em 2004, estabelece diretrizes para a consulta e participação dos povos indígenas em decisões que afetam suas terras e recursos naturais. Segundo Santos (2020), "as Terras Indígenas desempenham um papel crucial na conservação da biodiversidade, na manutenção dos ecossistemas naturais, na reserva de carbono e na barreira contra o desmatamento, servindo como instrumento contra a degradação ambiental provocada por atividades antrópicas. Essas áreas são estratégicas para a preservação e conservação do meio natural e seus recursos, contribuindo para mitigar as mudanças climáticas e proteger espécies ameaçadas de extinção (Crisostomo

et.al, 2015). A gestão das Terras Indígenas é de responsabilidade da Fundação Nacional do indígena (FUNAI), que atua em conjunto com outras entidades governamentais e organizações da sociedade civil para garantir a integridade territorial e o bem-estar das comunidades indígenas. É um desafio constante conciliar a conservação ambiental com os direitos territoriais e culturais dos povos indígenas, especialmente diante das pressões externas por exploração de recursos naturais;

h. Unidades de Conservação

Com a necessidade de estabelecer uma definição conceitual apropriada e garantir a existência e gestão dessas UC's de maneira a formar um sistema coeso, o documento intitulado "Uma análise de prioridades em conservação da natureza na Amazônia", divulgado em 1976, orientou a elaboração da primeira versão do Plano de Sistemas de Unidades de Conservação do Brasil. Após uma série de estudos, propostas e processos legislativos no Congresso Nacional, em 18 de julho de 2000, foi promulgada a Lei nº 9.985, a qual instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Esta legislação estabelece os critérios e normas para a criação e gestão de UC's. Em 22 de agosto de 2002, foi promulgado o Decreto nº 4.340, regulamentando os dispositivos da Lei do SNUC (Brasil, 2000; Brito, 2012; Peccatiello, 2011). Conforme estipulado pelo artigo 2º da Lei do SNUC, unidades de conservação são caracterizadas como espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, oficialmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, aos quais são aplicadas garantias apropriadas de proteção. O SNUC compreende unidades de conservação de esfera federal, estadual e municipal, divididas em duas categorias principais: as de proteção integral (PI) e as de uso sustentável (US; Tabela 1). As UC's de proteção integral têm como objetivo primordial a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais, ou seja, atividades que não envolvem consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos. Já as unidades de uso sustentável visam a conciliação entre a conservação da natureza e o uso sustentável de parte de seus recursos naturais, permitindo o uso direto desses recursos, seja para fins comerciais ou não (Brasil, 2000; Mittermeier *et al.*, 2005)

i. Flona – Floresta Nacional

Uma Floresta Nacional (Flona) é um tipo de unidade de conservação definida pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) do Brasil, regulamentado pela Lei nº 9.985/2000. Essas áreas protegidas têm como objetivo principal o uso sustentável

dos recursos naturais, aliando a conservação ambiental com atividades econômicas de manejo florestal. Caracterizadas pela presença de flora nativa, as Florestas Nacionais são figuras estratégicas para a proteção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, além de representarem importantes fontes de recursos naturais. A gestão dessas áreas envolve a elaboração do plano de manejo que definem zonas de uso restrito e áreas destinadas à exploração sustentável, assegurando a regeneração dos recursos florestais e o equilíbrio ambiental a longo prazo (Brasil, 2000). Sob a gestão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) ou de outros órgãos ambientais competentes, conforme a esfera na qual foi criada, as Florestas Nacionais requerem a participação de diversos atores sociais, incluindo comunidades locais, organizações não governamentais e setores produtivos, visando garantir a efetividade das práticas de manejo florestal e a conservação dos ecossistemas (Brasil, 2000).

Tabela 1- Grupos e categorias de Unidades de Conservação conforme descrito no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação

Grupos	Categorias	Objetivos
Unidades de Proteção Integral	I - Estação Ecológica	Preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas.
	II - Reserva Biológica	Preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites.
	III - Parque Nacional	Preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental.
	IV - Monumento Natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
	V - Refúgio de Vida Silvestre	Proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.
Unidades de Uso Sustentável	I - Área de Proteção Ambiental	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
	II - Área de Relevante Interesse Ecológico	Manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.
	III - Floresta Nacional	Uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.
	IV - Reserva Extrativista	Proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas tradicionais e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.
	V - Reserva de Fauna	Área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
	VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.
	VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural	Área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Fonte: Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, 2000

3.3 Governança em Unidades de Conservação

A governança é um conceito fundamental na análise e compreensão dos processos de tomada de decisões, gestão e funcionamento de organizações, sistemas e sociedades. O termo é frequentemente utilizado em contexto político, econômico e social para descrever diferentes aspectos das estruturas de poder e governança (Buta; Teixeira, 2020; Lopes; Baldi, 2009; Teixeira; Gomes, 2019). As interações entre esses atores são essenciais para que uma governança se torne efetiva em Unidades de Conservação. A preservação ambiental, o bem-estar humano, a educação ambiental e a gestão participativa são os valores que uma governança eficiente nos evidencia quando associadas e implementadas, mas a ausência destes pilares tem contribuído para um déficit na gestão das UC's no Brasil (Macura; Secco; Pullin, 2013; Matarazzo, Salas, 2020; Nolte *et al.*, 2013).

O SNUC conta com uma estrutura de governança para que seus objetivos sejam alcançados, essa estrutura inicia com os órgãos consultivos e deliberativos tendo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como representante, o órgão central como organizador o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e os órgãos executores o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de biodiversidade (ICMBio). O ICMBio é o órgão ambiental brasileiro no qual é responsável por propor, implantar, gerir e proteger as unidades de conservação federais, a lei 11.516/200, preceitua sobre a criação do Instituto, e tem as seguintes finalidades:

I - Executar ações da política nacional de unidades de conservação da natureza, referentes às atribuições federais relativas à proposição, implantação, gestão, proteção, fiscalização e monitoramento das unidades de conservação instituídas pela União;

II - Executar as políticas relativas ao uso sustentável dos recursos naturais renováveis e ao apoio ao extrativismo e às populações tradicionais nas unidades de conservação de uso sustentável instituídas pela União;

III - Fomentar e executar programas de pesquisa, proteção, preservação e conservação da biodiversidade e de educação ambiental;

IV - Exercer o poder de polícia ambiental para a proteção das unidades de conservação instituídas pela União; e

V - Promover e executar, em articulação com os demais órgãos e entidades envolvidos, programas recreacionais, de uso público e de ecoturismo nas unidades de conservação, onde estas atividades sejam permitidas.

Parágrafo único. O disposto no inciso IV do caput deste artigo não exclui o exercício supletivo do poder de polícia ambiental pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Um aspecto fundamental da governança é ser um instrumento de participação nas tomadas de decisões complexas, e para que essa gestão participativa se construa, um conselho reunindo diversos atores da sociedade é formado. O SNUC dispõe de mecanismos que incentivam a criação de um conselho consultivo para as Florestas Nacionais, que seja presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes de órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e, quando for o caso, das populações tradicionais residentes (Brasil, 2000).

O conselho tem como função auxiliar a gestão nas tomadas de decisões da UC, mas a sua influência depende tanto de como o gestor da UC pode inserir um método participativo e transparente, tanto como a organização da sociedade civil em tornar o conselho um espaço que funcione (Santana; Santos; Barbosa, 2020). Apesar de ter sido criada em 1998, a FLONA do carajás instituiu o seu primeiro conselho consultivo pela portaria nº 81 de 11 de dezembro de 2003. Atualmente, por meio da modificação do conselho pela portaria nº35 de 27 de maio de 2022, e conforme o artigo 2º (segundo) da citada portaria, a composição do conselho da FLONA é composta pelos setores representados pelo poder público e da sociedade civil (Tabela 2).

a. Conselho Consultivo e Conselho Deliberativo:

O Conselho Consultivo e Deliberativo das unidades de conservação é uma instância fundamental prevista pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). O SNUC, instituído pela Lei Federal nº 9.985/2000, estabelece diretrizes para a criação, gestão e fiscalização das unidades de conservação no Brasil. Esse sistema visa garantir a preservação do patrimônio natural e promover o uso sustentável dos recursos naturais.

O Papel do Conselho Consultivo e Deliberativo, além dos descritos no sistema de Unidade de Conservação, são mostrados no plano de manejo de cada Unidade de Conservação, e por isso, o Plano de manejo é um instrumento muito importante para a gestão desses espaços protegidos. Os papéis dos conselhos podem ser:

- Deliberação sobre Planos de Manejo: É responsável por deliberar sobre os planos de manejo das unidades de conservação. O plano de manejo é um documento técnico que estabelece as normas e diretrizes para o uso da área, definindo objetivos, zoneamento, manejo dos recursos naturais e atividades permitidas.
- Participação na Gestão da Unidade: Contribui para a gestão participativa da unidade de conservação, envolvendo diferentes atores interessados, como representantes do poder público, organizações não governamentais, comunidades tradicionais e outros setores da sociedade civil.
- Consultoria Técnica e Científica: Oferece consultoria técnica e científica, fornecendo pareceres e recomendações sobre questões relacionadas à conservação, manejo e uso sustentável dos recursos naturais.
- Monitoramento e Fiscalização: Contribui para o monitoramento e fiscalização da unidade de conservação, auxiliando na aplicação das normas e na resolução de conflitos relacionados ao uso da UC.

O Conselho Consultivo é fundamental para garantir a participação social e a integração de diferentes saberes na gestão das unidades de conservação. Tem como função principal oferecer atividades técnicas e científica para a gestão da unidade de conservação, é composto por representantes de diversos setores da sociedade, incluindo governo, organizações não governamentais, comunidades locais, setor privado e pesquisa.

A diversidade de representação visa garantir uma visão ampla e integrada sobre as questões relacionadas à conservação e manejo da unidade e tem como atribuições oferecer pareceres e recomendações sobre as atividades de manejo, conservação e uso sustentável dos recursos naturais contribuir com informações técnicas e científicas para subsidiar a tomada de decisões pela administração da unidade de conservação e Participar ativamente das discussões sobre o plano de manejo e outras políticas de gestão da unidade.

O Conselho Consultivo é fundamental para garantir a participação social e a integração de diferentes saberes na gestão das unidades de conservação. É composto por representantes diversos, porém, sua principal característica é ter o poder de deliberar sobre as políticas, planos e ações que afetam diretamente a gestão da unidade, aprovam o plano de manejo da unidade de conservação, definem normas e regulamentos específicos para a área protegida, incluindo a aprovação de projetos e atividades dentro da unidade, além de monitorar e fiscalizar a aplicação das políticas e normas estabelecidas para garantir a efetividade da conservação. De acordo com o capítulo V e Art. 18 do Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, a reunião do conselho da unidade de conservação deve ser pública, com pauta preestabelecida no ato da convocação e realizada em local de fácil acesso.

Tabela 2 - Composição do conselho consultivo da Floresta Nacional do Carajás

Setores	Composição
I - Órgãos Públicos	a) Órgãos públicos ambientais, dos três níveis da Federação; b) Órgãos do Poder Público de áreas afins, dos três níveis da Federação.
II - Organizações da Sociedade Civil e Colegiados	a) Organizações não governamentais.
III - Setor Educação, Pesquisa e Extensão	a) Universidades públicas e privadas; b) Centros e Institutos de Educação.
IV - Setor Usuários do Território	a) Associações e Cooperativas; b) Sindicatos e Agências de Desenvolvimento;
V - Setor Economia	a) Empresas de Mineração.

Fonte: Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBio, 2016

3.4 Zoneamento

Outro importante instrumento de ordenamento territorial para UCs é a realização de um zoneamento, que deve ser um produto do Plano de Manejo, o Plano de Manejo é um dos instrumentos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), e é estabelecido como um documento técnico com fundamento nos objetivos gerais da Unidade de Conservação e que determina o zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (Brasil, 2000).

Os conflitos pelo uso da terra em Unidades de Conservação acabam gerando perdas significativas de áreas verdes dentro desses espaços, principalmente UC's de uso sustentável. Esses conflitos levaram a designação do zoneamento das Áreas protegidas, destinação das áreas em zonas que estabelecem diretrizes e a destinação dos usos múltiplos dos recursos limitados existentes, auxiliando na conservação e ajudando a alcançar e efetivar os objetivos de criação das UC's (Hull *et al.*, 2011; Lin; Li, 2016).

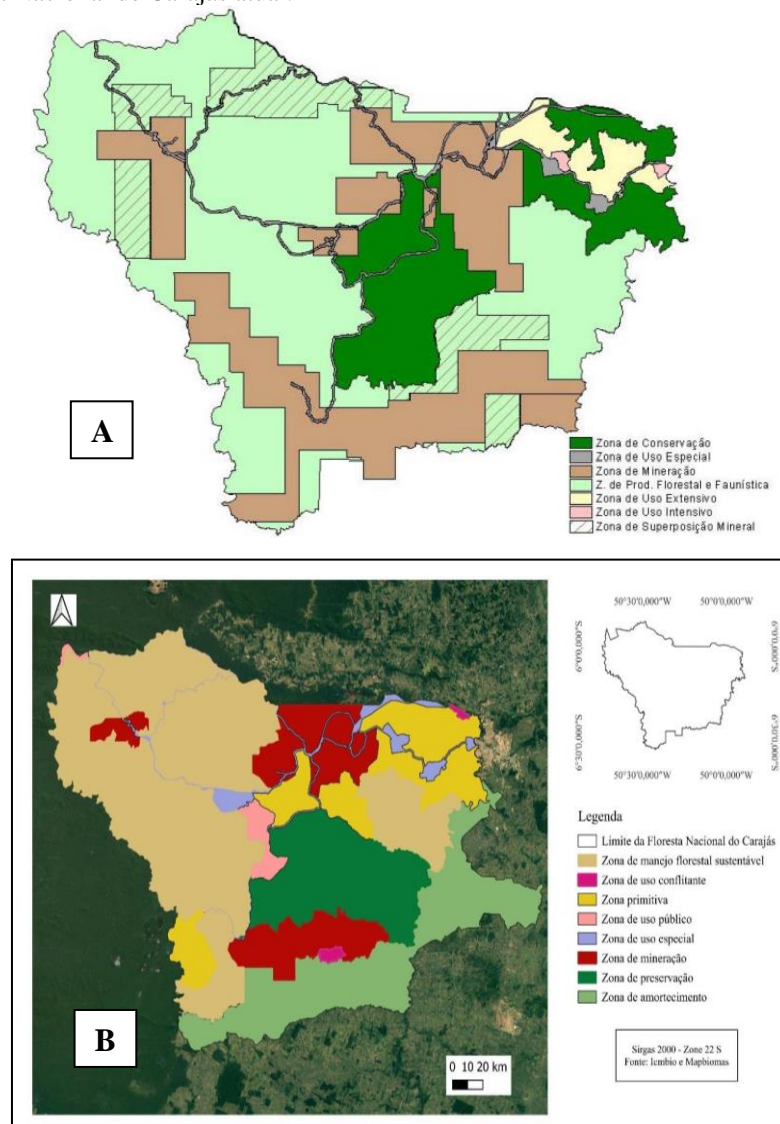
O zoneamento na FLONA de Carajás é um instrumento de ordenamento e que concilia a conservação às atividades mineradoras, previsto no decreto de criação (ICMBio, 2016) e tem sido de significativa importância para a gestão da UC, visto que possibilita o ordenamento do manejo e direciona o uso das zonas conforme suas características, atribuições e objetivos (Icmbio, 2016). Os zoneamentos foram definidos a partir dos seguintes critérios:

- Os objetivos gerais e específicos da FLONA;
- Potencial para os diferentes usos;
- A riqueza, representatividade e diversidade de espécies e paisagens;

- Critérios físicos mensuráveis, como relevo e interflúvios;
- Existência de contiguidade com outras quatro unidades de conservação e terras indígenas; e
- Existência da previsão de continuidade das atividades minerárias no Decreto de criação da FN Carajás.

Foram definidas sete (7) zonas, sendo: Preservação, Primitiva, Uso Público, Uso Especial, Manejo Florestal Sustentável, Mineração e Conflitante. Estas zonas são representadas por uma ou mais áreas (Icmbio, 2016; Figura 1 e Tabela 3).

Figura 1 - (A) Zoneamento da Floresta Nacional de Carajás estabelecido em 2004. Fonte ICMBio 2016. (B) - Zoneamento da Floresta Nacional de Carajás atual.



Fonte: Autora

Tabela 3 - Tipos de zonas da Floresta Nacional do Carajás

Zona	Especificação	Objetivo
Preservação	É aquela onde a primitividade da natureza permanece a mais preservada possível, não se tolerando quaisquer alterações humanas, representando o mais alto grau de preservação.	Proteger integralmente porções de diferentes ambientes florestais.
Primitiva	Que tenha ocorrido mínima ou pequena intervenção humana, contendo espécies da flora e da fauna e monumentos naturais de relevante interesse científico.	Conservar o ambiente natural e conservar amostra da savana metalófila (tipo especial de vegetação que cresce sobre o afloramento rochoso de ferro).
Uso público	Constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem.	Oferecer de forma ordenada, diversificada e qualificada, oportunidades de recreação e visitação para a comunidade do entorno da FLONA Carajás e promover meios e facilitar a integração da comunidade com a FLONA Carajás.
Especial	Que contém as áreas necessárias à administração, manutenção e serviços da Floresta Nacional.	Concentrar a implantação das infraestruturas necessária ao desempenho das atividades de administração, serviços, fiscalização, pesquisa, educação ambiental e manutenção.
Manejo Florestal sustentável	Compreende as áreas de floresta nativa com potencial econômico para o manejo sustentável dos recursos florestais e dos serviços ambientais.	Promover a pesquisa, demonstrar a viabilidade de utilização dos produtos não madeireiros presentes na FLONA Carajás, promover o ecoturismo, mapear os atributos importantes para conservação da savana metalófila presentes nesta zona e avaliar o potencial mineral desta zona, indicando a localização das jazidas minerais mais importantes.
Mineração	Compreende áreas da FLONA Carajás correspondentes aos direitos de pesquisa e lavra de depósitos minerais e a área necessária à infraestrutura devidamente registradas no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM onde pretende-se desenvolver projetos de mineração.	Concentrar as atividades de mineração, minimizando o impacto nas áreas adjacentes e nas demais zonas.
Uso conflitante	Constituem-se em espaços localizados dentro da FLONA Carajás, cujos usos e finalidades, estabelecidos antes da sua criação, conflitam com os seus objetivos de conservação.	Gerir os conflitos a fim de converter o uso atual em um que se adeque aos objetivos da FLONA Carajás, garantindo o uso sustentável do recurso natural e o sustento das famílias residentes e monitorar e fiscalizar as atividades realizadas nas posses de terceiros localizadas na Ilha do Gelado e no Sul da FLONA Carajás.

Fonte: Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBio (2016)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

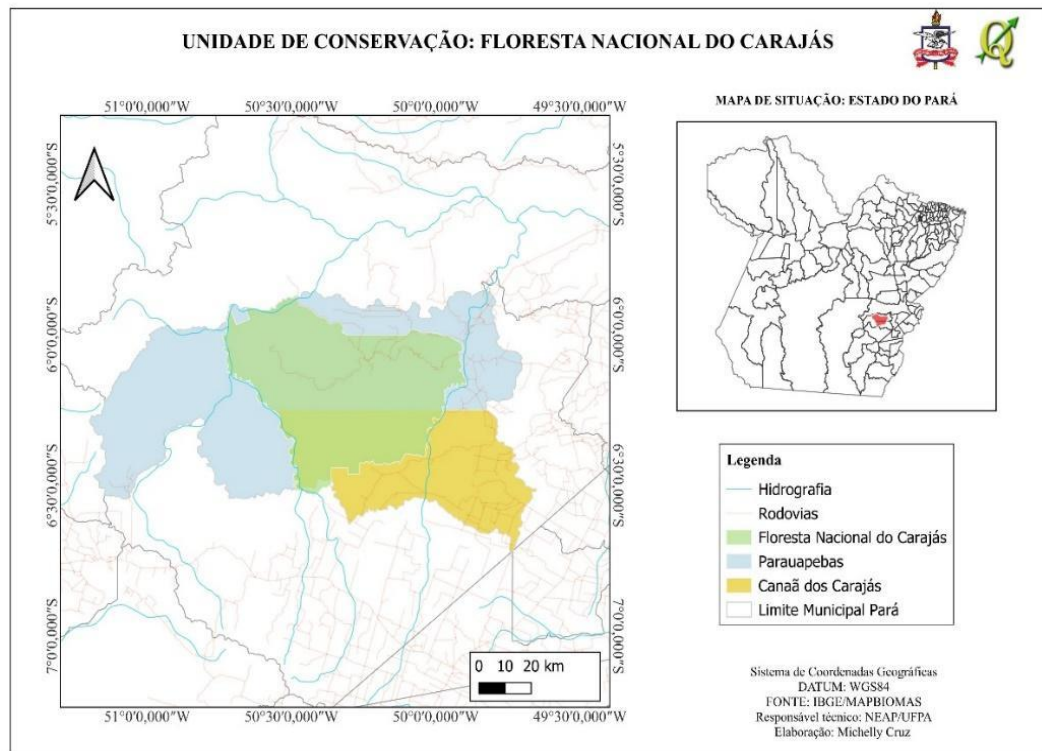
4.1 Área de estudo

A FLONA de Carajás é uma UC de uso sustentável com características de sua paisagem com terras predominantemente baixas e localizada entre os municípios de Água Azul do Norte, Canaã dos Carajás e Parauapebas no Sudeste do Estado do Pará, Brasil (Ribeiro *et al.*, 2017; Figura 2). Com uma extensão de aproximadamente de 411.949 hectares, a floresta abriga uma rica biodiversidade e é parte integrante do Complexo Minerador de Carajás. Esta reserva é gerida pelo ICMBio e desempenha um papel crucial para a conservação ambiental e produção de pesquisas científicas na Amazônia (Icmbio, 2016).

O clima da região é tipicamente montano ou serrano amazônico, com temperaturas médias no ano de 2023 em torno de 18° de mínima e 35° de, de acordo com o IMNET. Na Região da FLONA do Carajás a estação chuvosa concentra entre 75% e 80% do total anual de precipitação pluviométrica durante os meses de novembro a abril, proporcionando condições favoráveis para a diversidade de flora e fauna presentes no local (Icmbio, 2017).

É predominante na Flona de Carajás a floresta ombrófila, mas em meio a vegetação florestal densa, distinguindo-se nas clareiras e em topos aplainados das serras, a vegetação de formação herbáceo-arbustiva, que se desenvolveu sobre a canga hematítica (Icmbio, 2017). Essa vegetação representa cerca de 3% da área da Floresta Nacional de Carajás e ocupa os platôs que marcam os divisores de água na UC, os platôs são em geral formados pela cobertura laterítica chamada de “canga” e essas formações registra um elevado grau de endemismo biológico (Mota *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2023).

Figura 2 - Localização geográfica da Floresta Nacional do Carajás



Fonte: Autora

4.2 Coleta de Dados

4.2.1 Análise quantitativa

A primeira parte da pesquisa foi desenvolvida por meio de uma abordagem quantitativa, com a obtenção e análise dos dados mudanças de uso da terra de um período de seis em seis anos entre a criação da UC (1998) aos últimos dados disponibilizados pela plataforma (2022). Foram exportados dados *raster* monocromáticos dos anos de 1998, 2004, 2010, 2016 e 2022 da plataforma MapBiomias, versão 8.0, abrangendo um intervalo temporal de vinte e seis anos. Os dados foram obtidos no formato *raster* e compatibilizados para o mesmo Datum (SIRGAS 2000). O MapBiomias utiliza procedimentos e processamento em nuvem, através do *Google Earth Engine*, juntamente com o algoritmo de classificação *Random Forest*. Esta ferramenta é amplamente reconhecida por sua eficácia em tarefas de classificação e regressão (Souza *et al.*, 2020).

4.2.2 Análise qualitativa

Foram disponibilizadas pela gestão da Flona de Carajás as atas de reuniões do conselho consultivo, o recorte temporal utilizado para a análise das atas de reunião do conselho foi entre

os anos de 2018 a 2023, sendo disponibilizadas atas até abril de 2023 pela gestão da UC. Optamos por esse recorte temporal dos documentos de gestão, pois a unidade de conservação dispôs apenas destas atas em seus sistemas on-line, uma vez que não encontraram as atas físicas dos anos anteriores. O recorte das temáticas mais importantes dessas reuniões, foram separadas em categorias e inseridas em um diagrama de árvore.

O diagrama de árvore (Oribe, 2004) foi criado utilizando o software Lucidchart e serviu como uma ferramenta visual para representar as categorias principais relacionadas ao nosso estudo, as categorias principais adicionadas foram: Cobertura Vegetal, Mineração, Educação Ambiental, Ações que fortalecem o conselho e Pastagem. A escolha pelo Lucidchart deveu-se à sua facilidade de uso e formatação em tempo real, permitindo ajustes e modificações conforme necessário durante o processo de construção do diagrama.

Inicialmente, os dados foram coletados e organizados de acordo com as categorias e subcategorias identificadas na fase inicial do estudo. Em seguida, essas informações foram inseridas no Lucidchart, onde foram configuradas as conexões e relações hierárquicas entre essas categorias.

4.3 Análise de Dados

4.3.1 Análise quantitativa

As classes de uso da terra foram baixadas por meio dos Toolkits preparados no *Google Earth Engine* (GEE), o download pode ser selecionado por estado, bioma, município e qualquer outra geometria desejada. Esta ferramenta tem a vantagem de exportar tanto o mapa como a estatística de área para as geometrias e períodos selecionados, as imagens *rasters* são disponibilizadas em formato monocromática (Souza *et al.*, 2020).

Os relatórios estatísticos para as camadas *raster* foram gerados através do *r. report*, um módulo na biblioteca GRASS GIS, uma ferramenta de análise espacial e processamento de dados disponíveis no QGIS. Os dados exportados do *r. report* foram analisados no software R, os gráficos também foram gerados pela plataforma R através dos resultados das estatísticas analisadas (Wilkinson, 2011). A diferença nas mudanças do uso da terra em quilômetros quadrado (Km²) foram calculados subtraindo os valores de cada classe de 2022 com os valores das classes de 1998, e a porcentagem utilizando a Equação 1.

$$\frac{(\text{Valor da classe de 2022} - \text{Valor da classe de 1998})}{\text{Valor da classe de 1998}} \times 100 \quad (1).$$

4.3.2 Análise qualitativa

Para analisar as atas das reuniões do Conselho Consultivo da Flona do Carajás, foi adotado o método de análise categorial (Bardin, 2016; F. M. dos Santos, 2012). Esse método envolveu as seguintes etapas:

1 Leitura e Codificação das Atas:

- As seis atas disponíveis foram cuidadosamente lidas e examinadas. Durante esse processo, foram identificados trechos relevantes relacionados às temáticas de interesse, incluindo cobertura vegetal, mineração, educação ambiental e ações que fortalecem o conselho e pastagem;
- Cada trecho foi codificado com base em frases ou conceitos que refletiam as temáticas específicas. Essa abordagem permitiu uma organização sistemática dos dados, facilitando a análise subsequente.

2 Agrupamento por Categoria de Tema:

- Após a codificação das atas, os trechos de texto foram agrupados em categorias de tema relacionadas. Isso envolveu a organização dos trechos em cada uma das temáticas identificadas, proporcionando uma visão abrangente das discussões ocorridas nas reuniões;
- Os pontos importantes e as tendências predominantes em cada categoria de tema foram destacados e documentados para análise posterior.

3 Definição de Categorias:

- Com base nos trechos codificados e agrupados, as categorias foram definidas e refinadas. Isso incluiu a identificação de subtemas e a criação de uma estrutura hierárquica para organizar os dados de forma lógica e coerente;
- As categorias foram cuidadosamente revisadas e ajustadas conforme necessário para garantir uma representação precisa e abrangente dos temas abordados nas atas.

4 Diagrama de Árvore (Oribe, 2004):

- O diagrama incluiu dois níveis hierárquicos principais: nível superior representando as categorias gerais de análise, seguido por subcategorias mais específicas e detalhadas. Essa estrutura hierárquica é importante para organizar e visualizar as relações complexas entre os diferentes elementos do nosso modelo teórico;
- O diagrama de árvore foi integrado ao texto para ilustrar visualmente a estrutura analítica adotada e facilitar a compreensão das relações teóricas exploradas na pesquisa. O que serviu como um recurso visual para os leitores acompanharem a argumentação

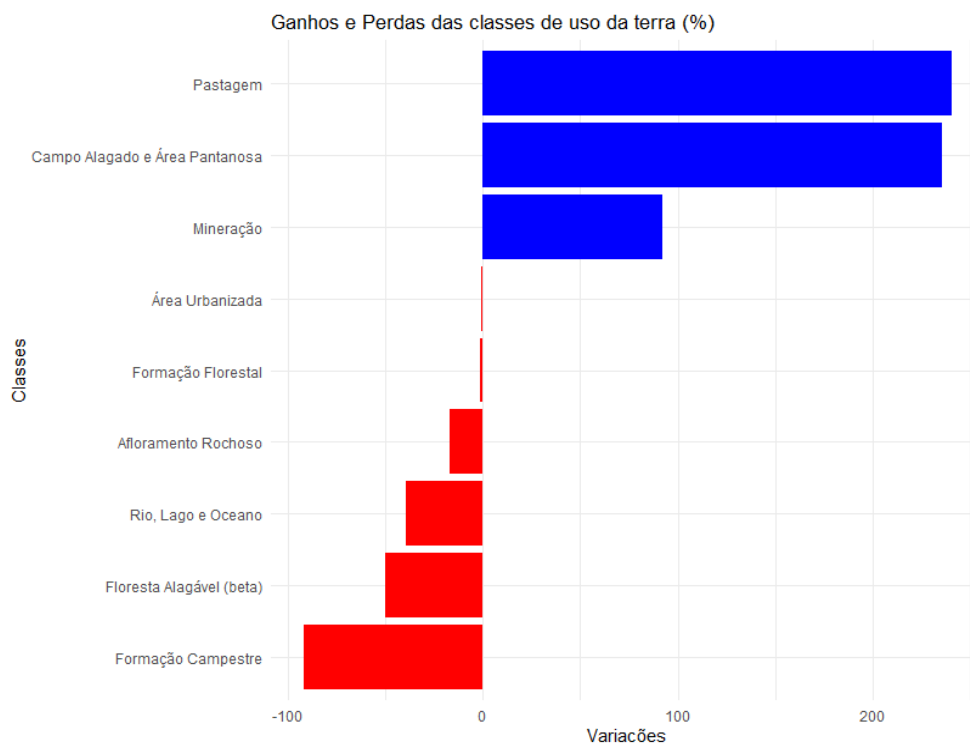
apresentada e para destacar a organização lógica dos dados e informações apresentadas ao longo do estudo.

5 RESULTADOS

As classes que utilizamos para uso do solo foram: Formação Florestal, Floresta Alagável, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Pastagem, Área Urbanizada, Afloramento Rochoso, Mineração, Rio, Lago e Oceano e Outras Lavouras Temporárias. Como resultado, as imagens de uso do solo obtidas pelo Mapbiomas no intervalo de seis e seis anos entre 1998 e 2022, mostraram mudanças em todas as classes de uso, sendo perceptível as perdas e ganhos ao longo dos anos desde a criação da UC em 1998 (Figura 3).

Em 1998 foi instituído em decreto uma área de 411.948,87 hectares (que atualmente ocupa uma área de 391.253,36 ha (Icmbio, 2016; Luis; Moncayo, 2016) destinados a criação da Flona de Carajás (Brasil, 1998), seguindo o propósito do desenvolvimento sustentável da UC e de sua categoria, a extração dos recursos minerais existentes em sua área já era presente, e com o intuito de minimizar ou conter os impactos causados pelas extrações e outras atividades de uso da terra, criou-se a UC de Carajás. Além das atividades mineradoras, a agropecuária na região estava em ascensão e estas são as duas maiores atividades antrópicas a serem manejadas nas delimitações da Flona desde a sua criação (Tabela 4, Figura 3).

Figura 3 - Percentual de perdas e ganhos entre as classes de uso da terra da Flona do Carajás entre os anos de 1998 e 2022



Fonte: Autora

O percentual crescimento da pastagem, mineração e área alagável e pantanosa nas delimitações da UC foram de 240%, 92% e 236%, respectivamente (Tabela 4). A hidrografia, podendo ser denominado rios e lagos, teve uma redução de 40% de suas áreas desde a criação da UC, sendo perceptível que essas perdas ocorreram, principalmente, próximas às regiões das atividades minerárias. As lavouras temporárias foram registradas no ano de 2022, sendo o único diferencial entre as classes presentes no ano de 1998.

Apesar das modificações e redução de fragmentos florestais, durante esse espaço temporal, a formação florestal teve uma perda de apenas 1,5% de seus remanescentes e a Floresta alagável de 50% (35,3 e 0,01 km², respectivamente). Esta última apesar de perder metade de suas áreas, abrigavam apenas 0,02 km² de área na região e provavelmente com fragmentos próximos a regiões alagadas, que foram impactadas ao decorrer dos anos. A região abriga grandes serras, principalmente em suas delimitações, e durante esse período, os afloramentos rochosos lograram uma perda de 17%, podendo ser perceptível as mudanças de paisagem ao longo dos anos. A formação campestre perdeu um percentual de 92% de sua paisagem no território e juntamente com os afloramentos rochosos, foram as paisagens reduzidas na região desde a consolidação das Flona de Carajás. Apesar de não ser comum grandes áreas urbanizadas no interior de UC's, exceto as Áreas de Proteção Ambiental (APA), e não ocupar territórios expressivos na Floresta do Carajás, as áreas urbanizadas tiveram uma perda de 0,44% de suas áreas.

Tabela 4 - Mudanças em percentual (%) e quilômetros quadrado (Km²) nas classes de uso da terra na área de estudo

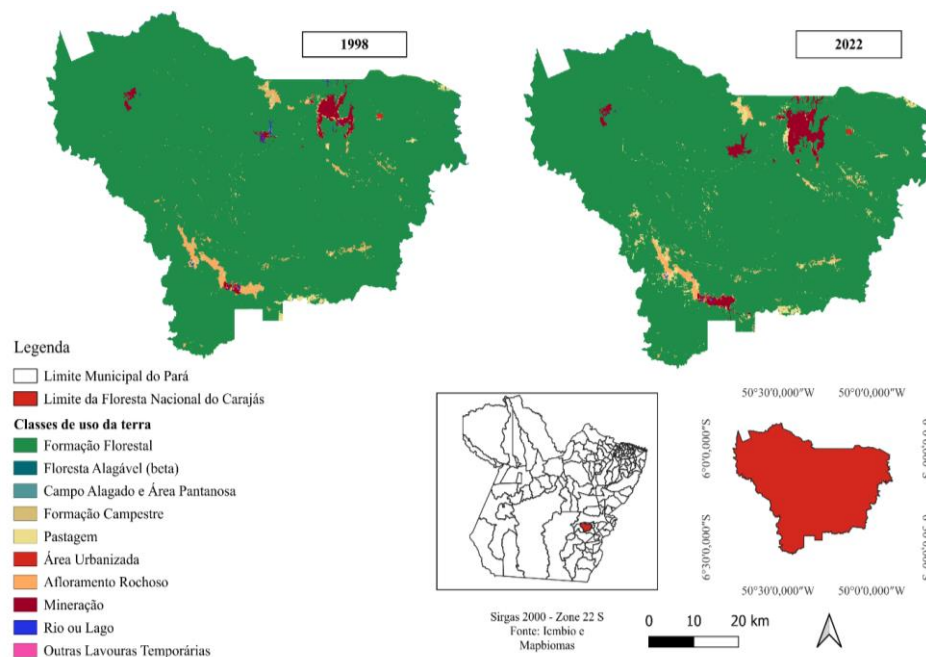
Tipos de uso Classe	Anos					Mudanças no uso da terra	
	1998	2004	2010	2016	2022	(km ²)	%
Formação Florestal	3759,94	3742,10	3742,10	3742,30	3706,65	53,28	-1,42
Floresta Alagável (beta)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	-50,20
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,13	0,06	0,06	0,15	0,44	0,31	235,67
Formação Campestre	30,09	23,44	23,44	23,45	2,41	27,68	-92,00
Pastagem	20,32	30,10	30,10	20,09	69,16	48,84	240,30
Área Urbanizada	1,46	1,44	1,44	1,45	1,45	-0,01	-0,44
Afloramento Rochoso	48,45	47,09	47,09	41,61	40,12	-8,33	-17,20
Mineração	47,78	63,06	63,06	81,22	91,96	44,17	92,45
Rio, Lago e Oceano	7,25	8,36	8,36	5,40	4,38	-2,87	-39,62
Outras Lavouras Temporárias	-	-	-	-	0,09	0,09	-

Fonte: Autora

Em 2016 houve uma redução nos índices de pastagens para quase o mesmo valor para o ano 1998. Porém, após seis anos (2022) ocorreu uma crescente nas pastagens da região. É possível notar também que de 2010 a 2016 houve uma modificação na formação campestre. Após o período de seis anos, em 2022, as áreas campestres ocuparam apenas 2,4 km² da região, havendo uma redução de 21,05 km² das áreas entre 2016 e 2022 (Tabela 4). O declínio das áreas campestres acompanha o crescimento das áreas de pastos durante esses anos. O crescimento da mineração e pastagem, acompanha a diminuição de áreas de afloramento rochosos e formação campestre.

Os espaços de extração de minérios estão bem próximos aos afloramentos rochosos, formações campestres, hidrografias da região e florestas alagáveis, assim como os fragmentos das pastagens se alocaram em territórios de borda da UC e nas regiões próximo aos afloramentos rochosos (Figura 4). É perceptível a diminuição dos territórios de afloramentos rochosos e formação campestre e a substituição dessas paisagens para a pastagem ou mineração, mostrando que a perda dessas áreas naturais está diretamente relacionada ao crescimento das atividades antrópicas existentes no território. Com o crescimento das atividades antrópicas de mineração e pastagem em 2022, as mudanças mais significativas nas paisagens desde 1998 foram na hidrografia, no afloramento rochoso e da formação campestre, e essas classes constituem os maiores índices de perda entre os anos de 1998 e 2022.

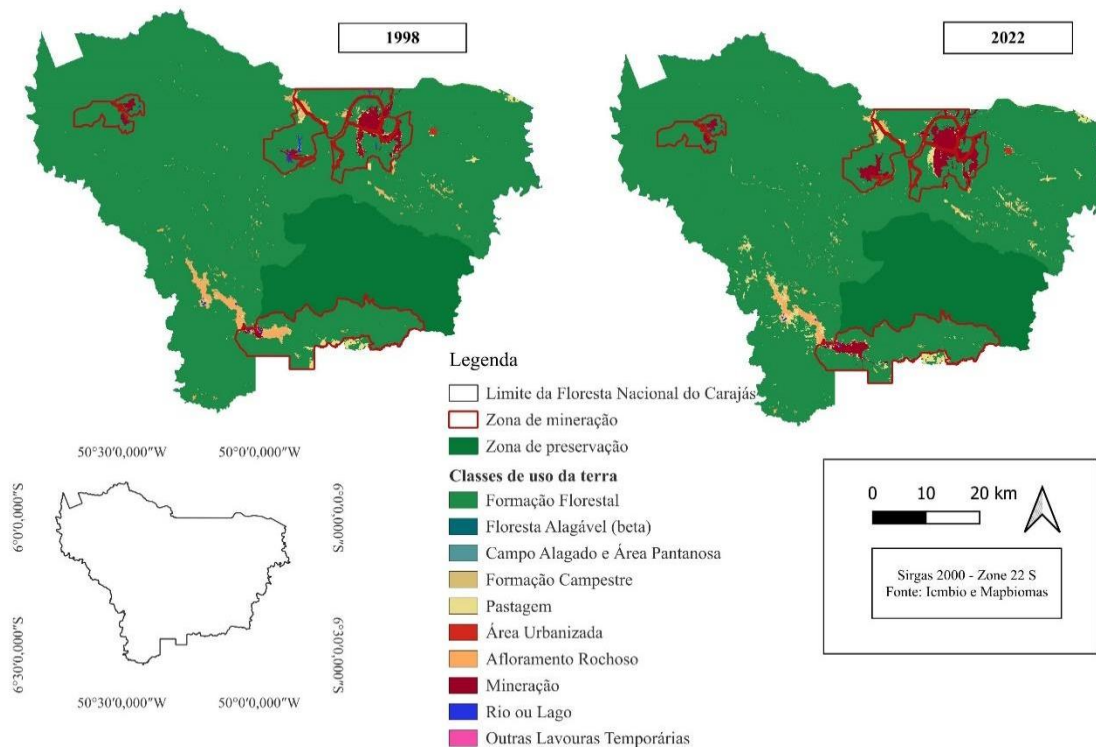
Figura 4 - Classes de uso da terra nos anos de 1998 e 2022 da floresta Nacional de Carajás



5.1 Zoneamento

Apesar dos crescentes impactos, as áreas de mineração estão delimitadas no zoneamento descrito no plano de manejo da UC, nas zonas de mineração (Icmbio, 2016; Figura 5). Uma das manchas das atividades minerárias se localiza no entorno de uma grande área designada a zona de manejo florestal e uma segunda em transição com a zona de preservação. Apesar dessas áreas serem atribuídas às atividades de extração de minério, ainda são existentes muitos hectares da zona de mineração a ser manejada. É perceptível o aumento das manchas das atividades mineradoras entre os anos de 1998 e 2022, principalmente no fragmento localizado próximo a zona de preservação, mas ainda assim, não extrapolaram as limitações destinadas à atividade.

Figura 5 - Uso da terra nas zonas de mineração, com ênfase nos anos de 1998 e 2022

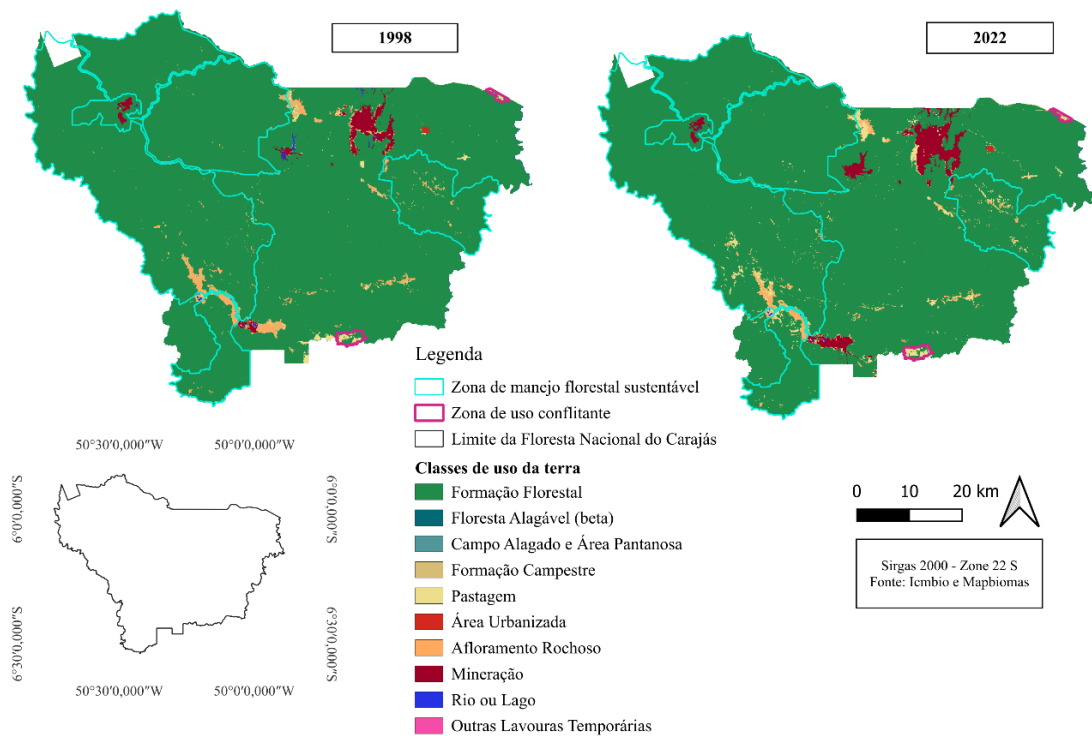


Fonte: Autora

As áreas de mineração ficam nas proximidades ou nas áreas dos afloramentos rochosos, e um dos maiores fragmentos de extração mineral se localiza próximo a uma área urbanizada. Das atividades que ocupam outras delimitações do zoneamento proposto pelo plano de manejo, é perceptível uma mudança no entorno dos afloramentos rochosos nas serras contidas na zona de manejo florestal sustentável, que acabam sendo ocupados pelas pastagens. Além das

mudanças na paisagem e crescentes áreas de pastagens nas zonas de manejo sustentável e de uso conflitante, no ano de 2022 há uma concentração maior de manchas de pastagem nas zonas de manejo florestal sustentável, ainda que as zonas de uso conflitante já estivessem ocupadas pelo pasto em 1998. Além disso, percebe-se uma perda de formação florestal nesses ambientes (Figura 6).

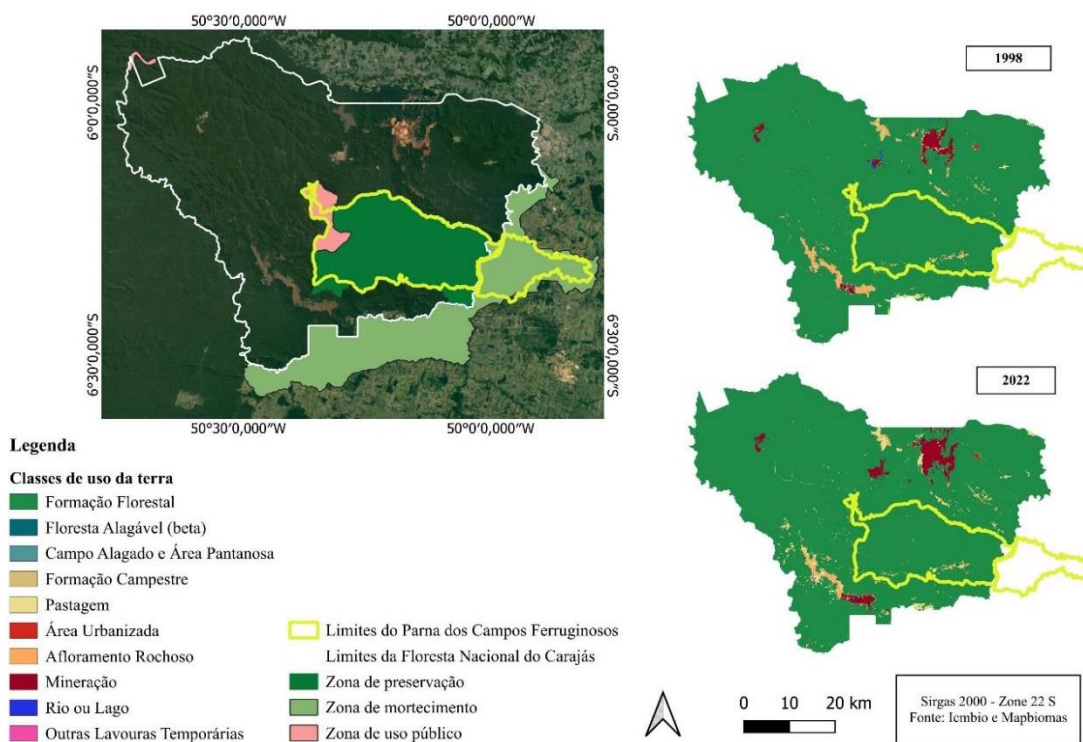
Figura 6 - Uso da terra nas zonas de manejo florestal sustentável e de uso conflitante.



Fonte: Autora

No ano de 2017, nas delimitações de grande parte das zonas de preservação, uso público e amortecimento da FLONA de Carajás, foi instituída a criação do Parque Nacional Campos Ferruginosos, com área de 79.086,04 hectares. O objetivo da sua criação foi a preservação das espécies de formações campestres e afloramentos rochosos existentes no local. A zona de preservação da FLONA de Carajás foi a área que sofreu menos impacto desde a criação da FLONA, em 1998, até o ano de 2022 (Figura 7).

Figura 7- Delimitação do Parque Nacional (Parna) dos campos ferruginosos e o uso da terra nas zonas da Flona de Carajás ocupadas pelo Parque.



Fonte: Autora

5.2 Governança e Conservação

5.2.1 Atas de reuniões do conselho consultivo

A análise de categorias das seis atas das reuniões do conselho consultivo dos períodos de 2018 a 2023 mostraram diálogos sobre as temáticas definidas. Os temas das categorias foram: Cobertura Vegetal, Mineração, Educação Ambiental, Ações que fortalecem o conselho e Pastagem (Figura 8).

Do tema mineração constatou-se as discussões sobre o EIA/RIMA do empreendimento de mineração N3 da Vale S/A, sendo que na ocasião o colaborador da Vale S/A, relacionado às atividades ao meio ambiente, apresentou o referido projeto. O colaborador enfatizou sua importância e lembrou que o decreto de lavra (74.507/74) concede a vale o direito de exploração do minério, mencionando que os estudos para exploração das áreas iniciaram em 2013 e informou que em 2018 foi protocolada a Licença Prévia para a implementação do empreendimento N3. Além disso, ele citou a permissão para dar continuidade à produção de ferro próximo ao empreendimento N4 (Figura 8).

A apresentação do projeto N3 foi finalizada com a ênfase nos benefícios alcançados em relação à tributos e aumento do PIB no município de Parauapebas. Dentro da temática de

mineração também foram discutidos o novo zoneamento proposto pela Vale S/A, sendo que o representante da Vale S/A iniciou a apresentação intitulada “Revisão do zoneamento do Plano de Manejo da Flona Carajás”. Nesse momento ele pontuou os reflexos socioeconômicos da revisão do zoneamento e as perspectivas da geração de emprego, rendas e tributos para a região, gerando no entorno de 120,2 mil empregos diretos e indiretos, R\$ 6,8 bilhões em salários, R\$ 2,4 milhões em impostos por ano e R\$ 53,2 bilhões em exportações por ano. O novo zoneamento visa transformar áreas da zona de manejo florestal sustentável em zonas de mineração.

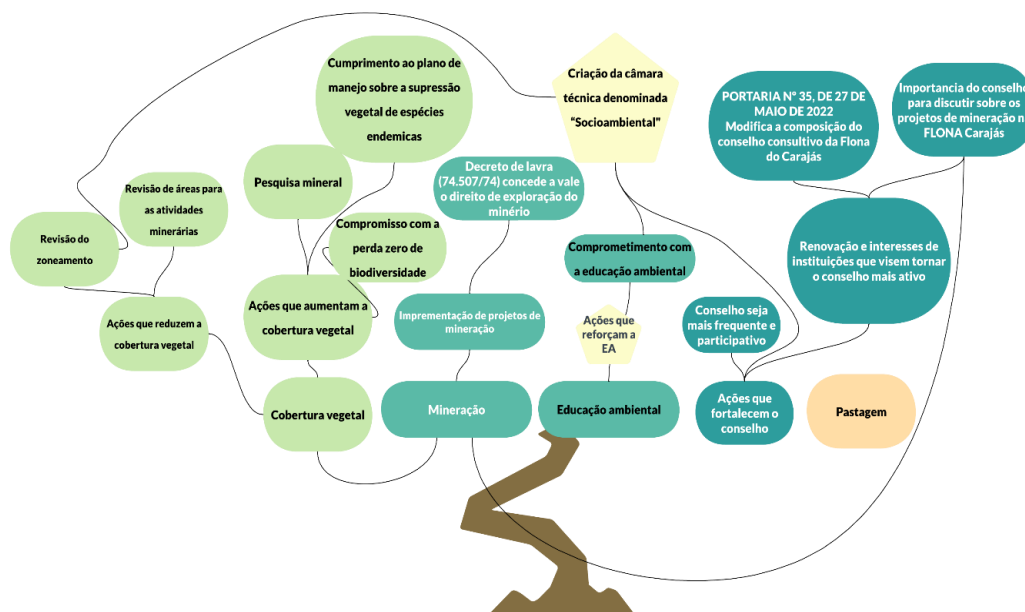
As discussões relacionadas a cobertura vegetal ressaltam o monitoramento e ações de prevenções para os impactos causados e a perda de indivíduos e habitats, além do impacto dos empreendimentos de mineração na renda dos coletores de jaborandi - *Pilocarpus microphyllus* (por ser uma área historicamente de uso sustentável da espécie). As considerações do ICMBio ressaltaram a importância do reflexo do empreendimento sobre a manutenção da extração de reboleiras de jaborandi (extrativismo) por grupos tradicionais. O órgão ressaltou a garantia de manutenção de espécies endêmicas como a flor de carajás e reforçou que a UC é um exemplo de conciliação entre atividades econômicas e conservação.

A Vale S/A pontua que a instituição é compromissada com a perda zero de biodiversidade e que são realizadas atividades de salvamento e replantio de espécies nas áreas da FLONA. A respeito das espécies ameaçadas pelas novas especulações de zonas de mineração, o ICMBio ressaltou a necessidade de estudos da dinâmica e estrutura populacional para estimar o número de indivíduos impactados. Na sequência abordou sobre a importância das áreas de canga (Savana metalófica) para os diversos usos sustentáveis, como ações de educação ambiental, programas de monitoramento e extrativismo vegetal e o desafio de licenciar o avanço da mineração sem causar a extinção *in situ* de espécies e de compatibilizar no zoneamento da FLONA a mineração e conservação da natureza.

Enquanto ao novo zoneamento proposto pela Vale S/A em converter as zonas de manejo florestal em zonas de mineração, o ICMBio ressaltou o aprofundamento dos estudos para o melhor conhecimento da área e a sua biodiversidade. O Plano de manejo indica a pesquisa mineral na zona de manejo florestal sustentável e existe uma lacuna de conhecimento para essas áreas em que se pretendem avançar com a mineração, o que se opõe ao plano de manejo. O ICMBio afirmou que não se opõe a revisões futuras de áreas de interesses minerários situadas nas zonas de manejo florestal sustentável, desde que os estudos sejam suficientes e detalhados para que não haja perda de espécies e processos ecológicos. A preocupação aos impactos da savana metalófila e as espécies endêmicas foram citados, visto que os empreendimentos

minerários da Vale S/A estão concentrados nas regiões dos afloramentos rochosos, área de ocorrência dessas vegetações (Figura 9).

Figura 8 - Diagrama de árvore das codificações dos temas analisados nas ATAS de reunião do conselho consultivo da Flona do Carajás

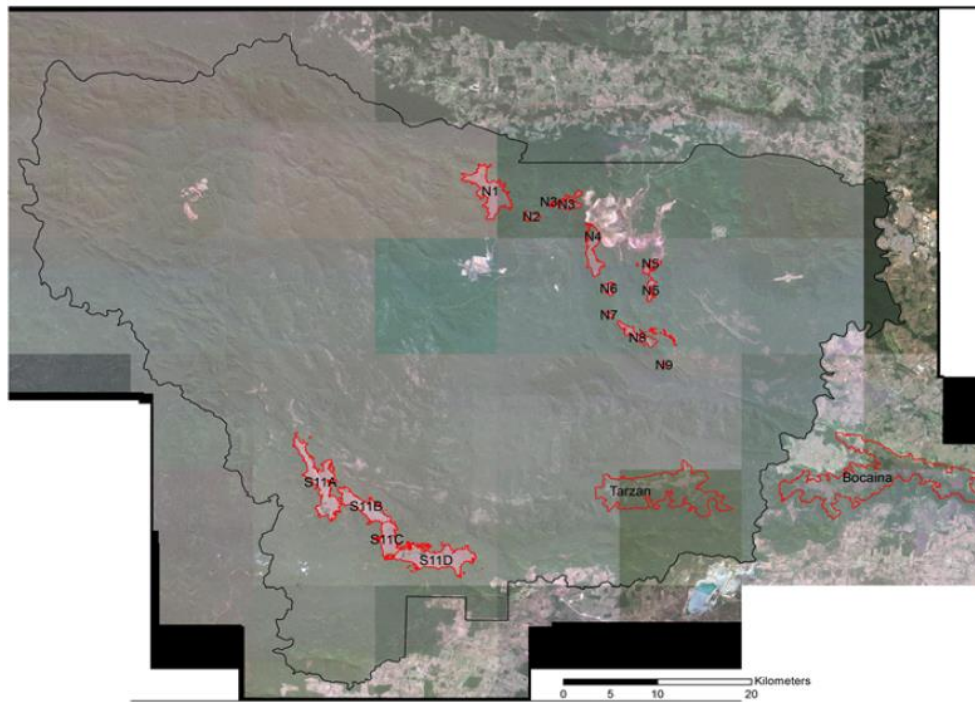


Fonte: Autora

Foram discutidos também o processo de reconhecimento do mosaico de Carajás, que, apesar da FLONA de Carajás estar contida em volta a várias outras UC's Federais, o mosaico ainda não é legalizado, porém se encontra no processo de criação. Além disso, se ressaltou que a criação do mosaico visa a ampliação da conservação nesses espaços.

A educação ambiental (EA) também foi um dos pontos mencionados nas reuniões, no que tange aos projetos de mineração houve a necessidade da criação da câmara técnica intitulada "socioambiental" que incluía interesses da educação ambiental nas discussões da revisão do zoneamento da UC. Além deste ponto, ressaltaram a baixa frequência de uma EA efetiva na região da FLONA. Das ações tidas com o fortalecimento do conselho, a renovação e as chamadas sobre a frequência dos conselheiros nas discussões e tomadas de decisões, foram os pontos mais elucidados entres os conselheiros. As formações de grupos de trabalho (GT) para os acompanhamentos das discussões das revisões dos zoneamentos propostos pela Vale S/A, sendo definidos e incluindo dois conselheiros em cada grupo, foi o ponto alto das discussões. Os grupos foram definidos como: GT Flora; GT Fauna; GT Recursos hídricos; GT Espeleologia e GT Modelagem, com a participação de dois conselheiros em cada grupo.

Figura 9- Pontos de mineração da Vale S/A (numerações) e dos afloramentos rochosos (molde vermelho) da FLONA de Carajás



Fonte: Instituto Chico Mendes de Biodiversidade - ICMBio, 2016

6 DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo revelam mudanças significativas na cobertura florestal e na governança da FLONA de Carajás ao longo do período analisado. No que diz respeito à cobertura florestal, observou-se uma relativa estabilidade, com perdas mínimas em remanescentes de formação florestal e uma redução mais expressiva nas áreas de floresta alagável.

Mesmo com pressões de atividades antrópicas, as UC's na Amazônia são as que menos perdem áreas florestais (Qin *et al.*, 2023; Qin *et al.*, 2019; Paiva *et al.*, 2020). No entanto, houve um crescimento considerável das áreas de pastagem e mineração, crescentes expressivas em outras FLONAs na Amazônia (Souza *et al.*, 2017; Marcuartú *et al.*, 2017) em detrimento de outros ecossistemas naturais, como formações campestres e afloramentos rochosos (Milagre *et al.*, 2022).

A formação campestre nessas áreas é denominada savana metalófica e a perda dessa vegetação na FLONA iniciou o Projeto Cenários, um estudo de iniciativa e parceria da VALE S/A com o ICMBio e que fórmula estratégias para Conservação da Savana Metalófila na Floresta Nacional de Carajás diante da crescente mineração, o projeto tem como um dos objetivos minimizar o risco de extinção de espécies da savana metalófila na Flona de Carajás (De Santana *et al.*, 2017; Martins; Kamino; Ribeiro, 2018; Ribeiro *et al.*, 2017). No zoneamento da UC, é perceptível o aumento das atividades de pastagens nas áreas de manejo florestal sustentável, área que mantém pontos frequentes de pastagens em todas as suas delimitações (Gomes, 2022).

Quanto à governança, as atas do conselho consultivo abrangeram discussões intensas sobre o impacto das atividades minerárias, a necessidade de monitoramento mais eficaz, a prevenção de danos ambientais e a importância da educação ambiental (Magalhães; Bononi; Mercante, 2010). A proposta de revisão do zoneamento, especialmente a conversão de áreas de manejo florestal em zonas de mineração, gerou debates sobre os limites entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental (Costa *et al.*, 2018b), ressaltando a dificuldade da gestão em correlacionar os entraves gerados pela mudança e a busca por um equilíbrio da pressão dos vários interesses que surgem diante da FLONA.

As Unidades de Conservação são criadas com a finalidade de preservação dos recursos naturais, do uso sustentável e recuperação dos ambientes naturais dos biomas ao qual pertencem, e são mantidas como uma das principais estratégias de mitigação às mudanças climáticas (Hannah, 2008; Melillo *et al.*, 2016; Soares-Filho *et al.*, 2008; Trevizan; Oliveira,

2021), no entanto, apenas a criação de uma Unidade de Conservação não configura como uma sólida proteção e eficiência para o cumprimento da função ecológica e socioambiental que esses espaços são definidos, a gestão e governança da UC precisam ser efetivos e cumprir e fazer cumprir as leis que resguardam esses espaços, visto que os locais nos quais são criadas acabam envolvendo muitas pressões para as atividades antrópicas, principalmente na Amazônia (Qin *et al.* 2023).

Embora este estudo tenha contribuído para compreender as mudanças na cobertura florestal e da governança na FLONA de Carajás, algumas limitações devem ser reconhecidas. Uma delas é a ausência de outras fontes de dados além das atas do conselho consultivo, como relatórios e documentos institucionais. Tais documentos poderiam fornecer informações adicionais sobre políticas, estratégias, ações, além das pesquisas de campo, efetuando entrevistas com os diversos membros do conselho (da Silva Jacaúna, 2020; Matarazzo; Salas, 2020; Macura; Secco; Pullin, 2013).

O conhecimento sobre o contexto social e econômico da UC também oferece um embasamento maior e mais abrangente das dinâmicas de governança e das preocupações dos diversos atores envolvidos (Costa *et al.*, 2018b; Magalhães; Bononi; Mercante, 2010; Viana; Umbelino, 2016), além disso, a falta de acesso a todas as atas do período estudado pode ter limitado a compreensão completa das discussões e decisões tomadas ao longo do tempo.

Outra dificuldade foi a impossibilidade da realização de entrevistas com os agentes da governança, como representantes do ICMBio e da empresa responsável pela mineração na região. Tal atividade poderia ter fornecido compressões sobre as perspectivas, projetos e estratégias adotadas para lidar com os desafios enfrentados pela FLONA de Carajás e a compreensão sobre a destinação de recursos da compensação ambiental para a diminuição da perda de vegetação na região, além de compreender melhor o contexto de uso sustentável da empresa (Araújo *et al.*, 2022; Castriota, 2024).

Portanto, futuras pesquisas podem considerar a inclusão de múltiplas fontes de dados e métodos complementares, como as entrevistas qualitativas, para uma compreensão mais abrangente e aprofundada da governança e conservação desta importante área protegida (Graham *et al.*, 2003).

6.1 Uso da Terra na Flona do Carajás

Uma das principais atividades de uso da terra que acomete a região estudada é a pastagem, seguida das atividades minerárias. Tais atividades predominam no território da FLONA por ser uma área de grande extração de ferro e estar alocada na região de abrangência

da maior mina a céu aberto de ferro do mundo (Ribeiro *et al.*, 2017). A atividade de mineração na região é bem intensa, pois apesar da sua grande área de floresta ombrófila densa, existem também as fitofisionomias com características abertas e xerófitas denominadas “savana metalófila” ou “vegetação de canga”, essa vegetação é predominante em áreas com acúmulo de ferro, e é um indicador do mineral na região (Giulietti *et al.*, 2019; Mota *et al.*, 2017). Essas áreas tendem a ter grandes impactos das ações de extração de minérios, pois são áreas de afloramentos rochosos e esses afloramentos tendem a ter a predominância das “vegetações de cangas”, o que as colocam em risco de extinção, pela influência direta dos impactos da mineração nesses ambientes (Ribeiro *et al.*, 2017).

Apesar das atividades de uso do solo crescerem na UC, esses espaços protegidos na Amazônia ainda são os menos degradados, comparado com os espaços não protegidos, e ainda a melhor estratégia de preservação da biodiversidade do bioma local (Qin *et al.*, 2023; Paiva *et al.*, 2020). O monitoramento utilizando o geoprocessamento tem sido um instrumento eficaz para que a gestão consiga entender os impactos do uso da terra nessas localidades (Senf, 2022; Reiche *et al.*, 2016). Essa ferramenta é relevante para compreender a proporção do uso dos recursos e a conservação das áreas florestais (Qin *et al.* 2023).

Além disso, o zoneamento desempenha um papel crucial na gestão da Floresta Nacional do Carajás, proporcionando uma estrutura para definir e regular diferentes usos da terra e atividades dentro da unidade de conservação (Campos; Lima, 2020; Lopes; Trentin; Simon, 2019). Conforme observado por Li e colaboradores 2021, o zoneamento é um instrumento de ordenamento fundamental que auxilia na organização do território, estabelecendo áreas específicas para conservação, recreação e outras finalidades.

Essas zonas, assim como seus objetivos, são definidas no plano de manejo da UC, podendo haver modificações e revisões de uso e manejo. Na FLONA de Carajás, as zonas de mineração ocupam majoritariamente as áreas com afloramentos rochosos, as áreas delimitadas como zonas para a extração de minérios ainda não foram utilizadas em sua totalidade (Santana *et al.*, 2017), porém, são existentes alguns projetos de mineração em andamento na região e o crescimento dos empreendimentos da Vale S/A, além da disponibilidade de recursos em outras áreas não denominadas zonas de mineração, faz com que essas áreas sejam cogitadas para ampliar essas zonas de minérios.

O crescimento da pastagem em áreas próximos aos afloramentos rochosos e dentro da zona de manejo florestal sustentável pode ser explicado pelo tipo de vegetação presente nessas regiões serem mais rasteiras e xerófitas, os que a tornam de fácil supressão e substituição as atividades de pasto (Silva *et al.*, 2023; Schaefer *et al.*, 2015).

A zona de preservação da FLONA tem como objetivo a proteção de diferentes ambientes florestais e a preservação de áreas únicas de vegetação metalófila e afloramentos rochosos, essa zona não são permitidas a pesquisa mineral. Ainda assim, foi necessário a criação de uma UC de proteção integral nessas áreas para resguardar pontos de Áreas de Preservação Permanentes e o endemismo das espécies no local, visto que a dinâmica das mudanças do zoneamento poderia futuramente afetar a conservação e preservação dessas áreas (De Santana *et al.*, 2017; Luis; Moncayo, 2016), uma vez que essas regiões são ricas em minério de ferro e correm o risco da exploração mineral em uma nova modificação do zoneamento (Vidal; Mascarenhas, 2020).

As mudanças no zoneamento objetivando a criação de novas áreas de mineração levam a diminuição florestal das várias vegetações e a perda da diversidade dentro da UC podendo colocar em risco de extinção as diversas espécies endêmicas do local, o que pode comprometer a conservação da biodiversidade e os objetivos de criação da Floresta Nacional do Carajás em termos de proteção florestal e desenvolvimento sustentável, entendendo que a mineração descaracteriza e modifica áreas além das que realmente são delimitadas as atividades (Vila-Nova *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2024).

6.2 Governança e Conservação

As reuniões do conselho consultivo na Floresta Nacional do Carajás desempenham um papel importante na governança ambiental da região, fornecendo espaço para o diálogo entre os diversos atores da sociedade, incluindo representantes do governo, da sociedade civil e do setor privado. A participação do conselho consultivo nas decisões das UCs torna o diálogo abrangente e eficiente, o que contribui para o manejo sustentável e a conservação da FLONA (Santana; Santos; Barbosa, 2020). A análise das atas revela como essas reuniões são essenciais para promover a participação e a colaboração entre os diferentes atores envolvidos na gestão da floresta, auxiliando e direcionando para uma governança mais eficaz. A presença do conselho permite que a FLONA possa receber proteção efetiva através dos modelos de sistemas de gestão, da qual a administração possa garantir integridade, sem perder as características que justificaram sua criação (Santana; Santos; Barbosa, 2020).

A participação ativa dos diversos atores na governança da Floresta Nacional do Carajás fortalece as políticas e ações implementadas e a serem implementadas pela gestão, acarretando a melhoria da qualidade ambiental, promoção do desenvolvimento sustentável e a diminuição dos diversos impactos das atividades legais e ilegais existentes nas UC (Magalhães; Boroni; Mercante 2010). Um conselho ativo promove a estabilidade dos impactos causados pelas

pressões antrópicas existentes na área, pois as decisões tomadas abrangem interesses de toda a comunidade que direta ou indiretamente, utilizam dos espaços da FLONA. Um conselho estabelecido e presente é uma das várias problemáticas que as Unidades de Conservação no Brasil enfrentam, visto que por falta de recursos dos órgãos gestores e outros déficits, acabam interferindo nos números dos agentes para a gestão, diminuindo as ações, fiscalização e a eficiência da gestão nessas áreas (Viana; Umbelino, 2016).

As diversas tensões entre os diferentes atores envolvidos no conselho pontuaram algumas demandas como sendo as principais questões na FLONA, e essa discussão trouxe a importância de um conselho participativo, pois os conselheiros elencaram a preocupação na demanda da VALE S.A em expandir suas operações na área da FLONA, convertendo áreas de manejo florestal em zonas de mineração, podendo gerar um aumento da produção mineral e empregos, mas também o aumento dos impactos ambientais e sociais na área, essa participação ativa contribui para o efetivo funcionamento da UC e integra que o meio ambiente equilibrado e de competência de todos (Barcelos; Mota, 2022; Martins; Kamino; Ribeiro, 2018; Mota *et al.*, 2017; Santos; Moreira, 2016).

A busca do ICMBio é conciliar as demandas entre o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental e garantir a proteção dos recursos naturais da FLONA. Isso pode envolver a implementação de medidas de mitigação e compensação ambiental, monitoramento das atividades de mineração e estabelecimento de limites para a expansão das operações minerárias. No entanto, o ICMBio adverte sobre o cumprimento ao plano de manejo da UC e com isso, levar ao menor impacto possível da UC sem comprometer o desenvolvimento econômico na região (Santana *et al.*, 2018; Santana; Santos; Barbosa, 2020).

A perda de espécies de jaborandi (Gumier-Costa *et al.*, 2016) levanta o questionamento das comunidades tradicionais locais, principalmente das comunidades extrativistas que utilizam desses recursos não madeireiros para sua subsistência. Os impactos negativos das atividades de mineração no território podem levar impactos significativos para as comunidades extrativistas (Hull *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2021; Xu *et al.*, 2016), portanto, é essencial buscar estratégias de gestão que promovam o desenvolvimento sustentável e a conservação dos ecossistemas da FLONA de Carajás, considerando as necessidades e as decisões que priorizam a conservação e o bem-estar das comunidades tradicionais e povos originários dessas áreas, mantendo a subsistência e qualidade de vida desses povos (Costa *et al.*, 2018a).

A educação ambiental, ainda que pouco citada, foi pontuada como uma fragilidade dentro dos diálogos e ações da FLONA, sendo também uma fragilidade em outras UCs (Barbieri *et al.*, 2018). Nesse contexto, a educação ambiental desempenha um papel

fundamental na sensibilização e participação da comunidade na conservação da Floresta Nacional de Carajás. Através de programas de educação ambiental, é possível promover uma melhor compreensão das medidas mitigadoras a serem adotadas para a proteção da biodiversidade (Moreira; Bispo, 2021). A educação ambiental sensibiliza a comunidade local, incentivando práticas de uso sustentável dos recursos naturais, no conhecimento e na participação ativa da gestão e conservação da FLONA (Madeira *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2023; Souza, 2023; Pereira; Silveira Junior, 2023).

É importante reconhecer que a eficácia da governança na Floresta Nacional do Carajás ainda enfrenta desafios, como a necessidade de garantir uma representação equitativa dos interessados, aprimorar os mecanismos de participação e fortalecer os processos de monitoramento e avaliação das políticas e ações implementadas. Portanto, para alcançar um desempenho efetivo na conservação da cobertura florestal é essencial investir na melhoria contínua da governança na região, promovendo umas ações ambientais mais eficientes, integradas e transparentes (Nolte *et al.*, 2013; Pfaff *et al.*, 2014). As preocupações relacionadas à conservação ambiental na Floresta Nacional do Carajás abrangem uma série de questões que vão desde a preservação da biodiversidade até os impactos das atividades de mineração e a importância da educação ambiental (Loureiro; Cunha, 2008; Madeira *et al.*, 2018; E. L. da Silva *et al.*, 2023; Valenti *et al.*, 2012). Esses aspectos são fundamentais para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e promover o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação dos recursos naturais (Maciel, 2015; Pamplona; Cacciamali, 2017; Rodrigues; Silva, 2019).

A região abriga uma diversidade rica em espécies de fauna e flora, incluindo espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, portanto, é fundamental a implementação de medidas eficazes de conservação para proteger esses ecossistemas. A expansão das atividades de mineração representa uma ameaça significativa à biodiversidade na região (Carmo, 2023; Malheiro, 2021; Martins; Kamino; Ribeiro, 2018; Mota *et al.*, 2017; V. A. S. de Souza *et al.*, 2017). além disso, o aumento da pressão sobre os recursos naturais, devido ao crescimento das operações de mineração, pode levar a um declínio mais visível das áreas de florestas, da biodiversidade e da qualidade de vida e ambiental (Rocha *et al.*, 2012; Rudke *et al.*, 2020; Santana *et al.*, 2018; Tesfaw *et al.*, 2018).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da Floresta Nacional de Carajás ser um exemplo de uso sustentável dos recursos ambientais e conservação na Amazônia, é importante reconhecer que a eficácia da governança na FLONA ainda enfrenta desafios. Pontos como a necessidade de garantir uma representação equitativa das comunidades tradicionais, aprimorar os mecanismos de participação, fortalecer os processos de monitoramento e fiscalização, avaliação das políticas e ações de conservação implementadas, assim como aperfeiçoar as suas decisões nas políticas sobre a mudança e uso da terra em seu território, são mecanismos que necessitam ser aprimorados.

Ainda que o artigo 4º (quarto) do decreto Nº 1.298, de 27 de outubro de 1994, que aprova o regulamento das Florestas Nacionais, prescreve a realização de quaisquer atividades nas dependências das FLONAS e abre precedentes para essas atividades, usar estratégias que visem o equilíbrio entre o uso desses recursos e a sustentabilidade de todos que tem a floresta como subsistência, e não somente uma parte, é essencial para adquirir um desenvolvimento sustentável eficaz e igualitário. Mesmo passível de licenciamento, a proteção das áreas florestais precisam ser uma prioridade para a governança, entendendo que o declínio da flora diminui a eficiência da conservação da UC e afeta os objetivos propostos para a sua criação.

Uma nova revisão do plano de manejo pode trazer uma constância a essas mudanças e assim movimentar uma dinâmica mais frequente da atividade de mineração na área, diminuindo cada vez mais as áreas de floresta. Essa redução ocasionará a diminuição de espaços florestais e perda de biodiversidade na UC, principalmente de espécies endêmicas, afetando o seu principal objetivo, que é utilização dos recursos minerais e ambientais em equilíbrio com o meio ambiente.

No plano de manejo revisado de 2016, a justificativa principal da alteração do zoneamento do plano de manejo de 2004 era justamente a conservação de áreas cobertas por savana metalófila (canga), que no antigo zoneamento, a maioria das espécies estavam localizadas dentro das delimitações das zonas de mineração, o que poderia levar a extinção de todo este ecossistema no interior da UC.

Na nova versão do plano foi garantido a conservação da savana metalófila em zonas de Preservação e na Primitiva. Uma nova revisão, se não trazer um quantitativo maior de preservação e conservação, não somente dos ecossistemas naturais como dos povos tradicionais e originários da área, não será benéfico a UC, pois, os impactos causados pela mineração são irreversíveis e inestimável. Apesar de ocorrerem ações de mitigação ambiental, a perda da

biodiversidade e da qualidade de vida da população podem ter um impacto maior que externalidades positivas.

Ainda que a floresta nacional de carajás seja uma parceria entre a VALE e o ICMBio, e esteja alocada em uma área de muitos recursos minerais, o valor biológico da FLONA é inestimavelmente superior e benéfico a uma gama maior de pessoas e ao bioma amazônico, e por esse propósito a gestão da Unidade de Conservação precisa a cada dia mais estar inserida no contexto dos objetivos da UC e fazer valer o desenvolvimento sustentável que ele propõe, de uma forma equitativa.

Contudo, para alcançar um desempenho efetivo na conservação da cobertura florestal, é essencial investir na melhoria contínua da governança, promovendo uma gestão ambiental mais integrada, transparente, ativa e com práticas conservacionistas que priorizem os objetivos de criação da UC, visando ações que minimizem os impactos de todas as atividades antrópicas de uso da terra e efetivando ações de educação ambiental mais democráticas e participativas, envolvendo toda a comunidade do entorno nas tomadas de decisões entre a UC e os agentes modificadores ou não do meio natural.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. A. de et al. *Uma análise da compensação ambiental das unidades de conservação estadual na Amazônia Paraense: an analysis of environmental compensation in state conservation units in the Amazon of Paraense*. Revista Gestão e Conhecimento, v. 16, n. 2, p. 833-858, 2022.
- AYACH, L. R.; BACANI, V. M.; DA SILVA, J. F. *Unidades de Conservação no Pantanal do município de Aquidauana-MS: uma análise da evolução do uso da terra e cobertura vegetal e suas implicações*. Caderno de Geografia, v. 24, n. 2, p. 138-154, 2014.
- BARBIERI, F. et al. *Diagnóstico das atividades de educação ambiental em unidades de conservação: propondo ações no contexto atual*. Revista Monografias Ambientais, v. 17, p. 1-12, 2018. <https://doi.org/10.5902/2236130832853>.
- BARCELOS, T. S.; MOTA, L. D. F. *A maldição dos recursos minerais na Amazônia Brasileira: desindustrialização e o Projeto Grande Carajás*. Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional, v. 10, n. 3, p. 39-57, 2022. <https://doi.org/10.7867/2317-5443.2022v10n3p39-57>.
- BARROS, J.; GUTTERRES, A.; SILVA, E. B. da. (org). *BRICS: tensões do desenvolvimento e impactos socioambientais*. Rio de Janeiro: FASE – Solidariedade e Educação, 2015. ISBN 978-85-86471-82-7.
- BEZERRA, Liliane (Org.). *Plano de pesquisa geossistemas ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás: temas prioritários*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO, 2017.
- BONINI, I. et al. *Collapse of ecosystem carbon stocks due to forest conversion to soybean plantations at the Amazon-Cerrado transition*. Forest Ecology and Management, v. 414, p. 64-73, 2018.
- BRASIL. Código Florestal - *Lei No 12.651 de 25 de maio de 2012*. Diário Oficial da União, 2012.
- BRASIL. *Decreto no 4.340, de 22 de agosto de 2002*. Presidência Da República, 2002.
- BRASIL. *Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009*. Política Nacional sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União, 2009.
- BRASIL. *Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000*. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Diário Oficial da União, Seção 1, 19 jul. 2000.
- BRITO, D. M. C. *Áreas legalmente protegidas no Brasil: instrumento de gestão ambiental*. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, n. 2, p. 37-57, 2012.
- BUTA, B. O.; TEIXEIRA, M. A. C. *Public governance in three dimensions: conceptual, measurement and democratic*. Organizações & Sociedade, v. 27, p. 370-395, 2020. <https://doi.org/10.1590/1984-9270941>.
- CAMPOS, J. O.; DE LIMA, V. R. P. *Proposta de zoneamento ambiental para o Parque Estadual Mata do Pau Ferro, Paraíba, Brasil*. Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente, v. 2, n. 1, p. 19-46, 2020. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2425>.

CARMO, E. L. *A mineração e a produção do espaço urbano em Canaã dos Carajás-Pará*. Revista Tocantinense de Geografia, v. 12, n. 28, p. 139-153, 2023. <https://doi.org/10.20873/rtg.v12i28.16834>.

CASTRIOTA, R. “*Aqui a Vale é o Estado*”: neoextrativismo e autoritarismo na cidade, no campo e na floresta na região de Carajás. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 26, p. e202408, 2024. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202408>.

CATOJO, A. M. Z.; DE JESUS, S. C. *As unidades de conservação do Estado de São Paulo – Planos de manejo e representatividade*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 15, n. 06, p. 2921-2943, 2022. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p2921-2943>.

COSTA, E. R.; VASCONCELLOS-SOBRINHO, M.; ROCHA, G. DE M. *Conflitos socioambientais e perspectivas de governança em unidades de conservação: o caso da Floresta Estadual do Amapá, Amazônia, Brasil*. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 49, p. 83-107, 2018a. <https://doi.org/10.5380/dma.v49i0.57983>.

COSTA, E. R.; VASCONCELLOS-SOBRINHO, M.; ROCHA, G. DE M. *Socio-environmental conflicts and governance perspectives in Conservation Units: the case of Amapá State Forest, Amazon, Brazil*. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 49, p. 83–107, 2018b. <https://doi.org/10.5380/dma.v49i0.57983>.

COSTANZA, R. et al. *Sustainability or collapse: What can we learn from integrating the history of humans and the rest of nature?* AMBIO: A Journal of the Human Environment, v. 36, n. 7, p. 527, 2007. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[522:socwcv\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[522:socwcv]2.0.co;2).

CRISOSTOMO, A. C. et al. *Terras indígenas na Amazônia Brasileira: reservas de carbono e barreiras ao desmatamento*. Brasília: IPAM, 2015.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B. et al. *Size and frequency of natural forest disturbances and the Amazon forest carbon balance*. Nature Communications, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2014.

FEARNSIDE, P. M. *Amazonian deforestation and global warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest*. Forest Ecology and Management, v. 80, n. 1-3, p. 21-34, 1996. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03647-4](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03647-4)

FEARNSIDE, P. M. *Brazil's Amazon Forest in mitigating global warming: Unresolved controversies*. Climate Policy, v. 12, n. 1, p. 70-81, 2012. <https://doi.org/10.1080/14693062.2011.581571>.

FÉLIX, A. C. T.; FONTGALLAND, I. L. *Áreas protegidas no Brasil e no mundo: quadro geral de sua implementação*. Research, Society and Development, v. 10, n. 12, p. e187101219970, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.19970>.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. *O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas*. Estudos Avançados, v. 19, p. 157-166, 2005. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142005000100010>.

GIOVANELLI, J. G. R. et al. *Demandas de monitoramento da biodiversidade: sistematização de informação para a gestão das unidades de conservação*. Biodiversidade Brasileira, v. 6, n. 1, p. 4-17, 2016.

GIULIETTI, A. M. et al. *Edaphic endemism in the Amazon: vascular plants of the canga of Carajás, Brazil*. The Botanical Review, v. 85, p. 357-383, 2019.

GOMES, F. V. S. *Eficácia da criação da APA e da Floresta Nacional do Araripe na dinâmica de perda e fragmentação da cobertura vegetal no interior e entorno das unidades de conservação*. 2022. 73 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

GRAHAM, J.; AMOS, B.; PLUMPTRE, T. W. *Governance principles for protected areas in the 21st century*. Ottawa: Institute on Governance, Governance Principles for Protected Areas, 2003. www.iog.ca.

GUMIER-COSTA, F. et al. *Parcerias institucionais e evolução do extrativismo de jaborandi na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil*. *Sustentabilidade em Debate*, v. 7, n. 3, p. 91-111, 2016. <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v7n3.2016.18955>.

HEINRICH, V. H. A. et al. *Large carbon sink potential of Amazonian secondary forests to mitigate climate change*. *Natures Research*, 2020. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-71626/v1>.

HEINRICH, V. H. A. et al. *Large carbon sink potential of secondary forests in the Brazilian Amazon to mitigate climate change*. *Nature Communications*, v. 12, n. 1, p. 1785, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22050-1>.

HULL, V. et al. *Evaluating the efficacy of zoning designations for protected area management*. *Biological Conservation*, v. 144, n. 12, p. 3028-3037, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.09.007>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Canaã dos Carajás*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/canaa-dos-carajas.html>. Acesso em: 12 jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Parauapebas*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/parauapebas.html>. Acesso em: 12 jul. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE-ICMBIO. *Plano de manejo da Floresta Nacional de Carajás*. STCP Engenharia de Projetos Ltda. Brasília, DF: MMA, v.2..

INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE – ITV. *Página inicial do Instituto Tecnológico Vale*. Disponível em: <https://www.itv.org/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

JACAÚNA, T. da S. *Como se governa a Amazônia?* Redes sociais e governança ambiental em unidades de conservação. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 35, p. e3510302, 2020. <https://doi.org/10.1590/3510302/2020>.

LI, C. et al. *Evaluating the efficacy of zoning designations for national park management*. *Global Ecology and Conservation*, v. 27, p. e01562, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01562>.

LIN, J.; LI, X. *Conflict resolution in the zoning of eco-protected areas in fast-growing regions based on game theory*. *Journal of Environmental Management*, v. 170, p. 177-185, 2016. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2015.11.036>.

LOPES, Â. L. de Oliveira; TRENTIN, G.; SIMON, A. L. H. *Análise da dinâmica de coberturas e usos da terra como subsídio ao planejamento ambiental de unidades de conservação: aplicações no Parque Estadual do Camaquã (RS-Brasil)*. *Ra'e Ga*, v. 46, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/raega.v46i2.61861>.

- LOPES, F. D.; BALDI, M. *Redes como perspectiva de análise e como estrutura de governança: uma análise das diferentes contribuições*. Revista de Administração Pública, v. 43, n. 5, p. 929-952, 2009. <https://doi.org/10.1590/s0034-76122009000500003>.
- LOUREIRO, C. F. B.; CUNHA, C. C. *Educação ambiental e gestão participativa de unidades de conservação*. Revista Práxis, v. 1, p. 35-42, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2008000200003>
- LUIS, F.; MONCAYO, G. *Plano de Manejo Floresta Nacional de Carajás, Volume I Diagnóstico*. Instituto Chico Mendes de Conservação Da Biodiversidade, v. 1, 2016.
- MACIEL, G. da C. A. *Recursos Naturais e Desenvolvimento Econômico: benção, maldição ou oportunidade*. Gregório da Cruz Araújo Maciel, 2015.
- MACURA, B.; SECCO, L.; PULLIN, A. S. *Does the effectiveness of forest protected areas differ conditionally on their type of governance?* Environmental Evidence, v. 2, p. 1-10, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2047-2382-2-14>.
- MADEIRA, P. A. et al. *A importância da educação ambiental em unidades de conservação*. Revista Mythos, v. 10, n. 2, p. 24-31, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.36674/mythos.v10i2.228>.
- MAGALHÃES, H.; BONONI, V. L. R.; MERCANTE, M. A. *Participação da sociedade civil na gestão de unidades de conservação e seus efeitos na melhoria da qualidade ambiental da região Sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul*. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 32, n. 2, p. 183-192, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v32i2.6761>.
- MALHEIRO, B. *Ouvir o território e pensar por outras (geo)grafias: territorialidades em re-existência à mineração na Amazônia*. Ateliê Geográfico, v. 15, n. 3, p. 188-205, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ag.v15i3.70201>.
- MARCUARTÚ, B. C. et al. *Uso e cobertura da terra na Floresta Nacional do Jamanxim, Novo Progresso, Pará: considerações sobre sua desafetação*. Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia, v. 15, n. 2, p. 35-56, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5016/estgeo.v15i2.12569>.
- MARTINS, F. D.; KAMINO, L. H. Y.; RIBEIRO, K. T. *Conservação de campos ferruginosos diante da mineração em Carajás*. Tubarão-SC: [s.n.], 2018. 465 p. ISBN 978-85-8388-132-2.
- MATARAZZO, G.; SALAS, G. *Antropoceno e Organizações: Reflexões sobre Governança Ambiental em Unidades de Conservação*. Revista Gestão & Conexões, v. 9, n. 3, p. 32-51, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47456/regec.2317-5087.2020.9.3.31641.32-51>.
- MELILLO, J. M. et al. *Protected areas' role in climate-change mitigation*. Ambio, v. 45, p. 133-145, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0693-1>.
- MENEZES, D. *Contribuições da relação entre comunicação e educação ambiental para a gestão participativa de unidades de conservação*. Biodiversidade Brasileira, v. 4, n. 1, p. 3-16, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v4i1.359>.
- MITTERMEIER, R. A. et al. *Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil*. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 14-21, 2005.

MOREIRA, C. J.; BISPO, M. O. *Educação ambiental no parque estadual do Cantão, Tocantins – uma experiência na transição entre o cerrado e a Amazônia*. Geografia em Questão, v. 13, n. 5, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.48075/geoq.v13i5.27155>.

MOTA, J. A. et al. *Uma nova proposta de indicadores de sustentabilidade na mineração*. Sustainability in Debate, v. 8, n. 2, p. 15-29, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v8n2.2017.21795>.

NOLTE, C. et al. *Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon*. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 110, n. 13, p. 4956-4961, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1214786110>.

ORIBE, C. *Diagrama de Árvore: a ferramenta para os tempos atuais*. Banas Qualidade, São Paulo: Editora EPSE, ano XIII, n. 142, p. 78-82, 2004.

PAIVA, P. F. P. R. et al. *Deforestation in protected areas in the Amazon: a threat to biodiversity*. Biodiversity and Conservation, v. 29, p. 19-38, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01867-9>.

PAMPLONA, J. B.; CACCIAMALI, M. C. *O paradoxo da abundância: recursos naturais e desenvolvimento na América Latina*. Estudos Avançados, v. 31, n. 89, p. 251-270, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890020>. Acesso em: 25 jul. 2024.

PARÁ. *Lei Estadual 5.860, de 5 de outubro de 1994*. Disponível em: https://sapl.canaadoscaraajas.pa.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2017/7/7_texto_integral.pdf. Acesso em: 17 jul. 2024.

PECCATIELLO, A. F. O. *Políticas públicas ambientais no Brasil: da administração dos recursos naturais (1930) à criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (2000)*. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 24, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v24i0.21542>.

PEREIRA, A. R.; SILVEIRA JUNIOR, W. J. *Conflitos socioambientais em áreas protegidas brasileiras: causas, consequências e iniciativas de gestão*. Biodiversidade Brasileira*, v. 13, n. 3, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v13i3.2338>.

PETIT, P. *Chão de promessas: elites políticas e transformações econômicas no estado do Pará pós-1964*. São Paulo: Editora Paka-Tatu, 2003.

PFAFF, A. et al. *Governance, location and avoided deforestation from protected areas: greater restrictions can have lower impact, due to differences in location*. World Development, v. 55, p. 7-20, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.011>.

PHILLIPS, O. L. et al. *Carbon uptake by mature Amazon forests has mitigated Amazon nations' carbon emissions*. Carbon Balance and Management, v. 12, p. 1-9, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13021-016-0069-2>.

QIN, Y. et al. *Forest conservation in Indigenous territories and protected areas in the Brazilian Amazon*. Nature Sustainability, v. 6, n. 3, p. 295-305, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01018-z>.

QIN, Y. et al. *Improved estimates of forest cover and loss in the Brazilian Amazon in 2000–2017*. Nature Sustainability, v. 2, n. 8, p. 764-772, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0336-9>.

- RAPPAPORT, D. I. et al. *Quantifying long-term changes in carbon stocks and forest structure from Amazon forest degradation*. Environmental Research Letters, v. 13, n. 6, p. 065013, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac331>.
- REICHE, J. et al. *Combining satellite data for better tropical forest monitoring*. Nature Climate Change, v. 6, n. 2, p. 120-122, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nclimate2919>.
- RIUS, B. F. et al. *Higher functional diversity improves modeling of Amazon forest carbon storage*. Ecological Modelling, v. 481, p. 110323, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2023.110323>.
- ROCHA, V. M.; CORREIA, F. W. S.; FIALHO, E. S. *A Amazônia frente às mudanças no uso da terra e do clima global e a importância das áreas protegidas na mitigação dos impactos: um estudo de modelagem numérica da atmosfera*. Acta Geografica, p. 31-48, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5654/actageo2012.0002.0002>.
- RODRIGUES, M.; SILVA, D. C. C. *Maldição dos recursos naturais, Amazônia e desenvolvimento institucional*. Revista Ciências Sociais em Perspectiva, v. 18, n. 35, p. 34-51, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.48075/revistacsp.v18i35.19522>.
- RUDKE, A. P. et al. *Impact of mining activities on areas of environmental protection in the southwest of the Amazon: a GIS- and remote sensing-based assessment*. Journal of Environmental Management, v. 263, p. 110392, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110392>.
- SANTANA, A. C. de et al. *A importância dos serviços ecossistêmicos para o desenvolvimento econômico e o bem-estar social na percepção da população: o caso da Floresta Nacional de Carajás*. Nativa, v. 6, p. 689-698, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.31413/nativa.v6i0.6418>.
- SANTANA, A. C. de et al. *O valor econômico da savana metalófito da Floresta Nacional de Carajás, estado do Pará: uma contribuição teórica e metodológica*. Revista Teoria e Evidência Econômica, v. 23, n. 48, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rtee.v23i48.7358>.
- SANTANA, V. V.; SANTOS, P. R. dos.; BARBOSA, M. V. *Contribuições do plano de manejo e do conselho gestor em Unidades de Conservação*. Meio Ambiente (Brasil), v. 2, n. 2, 2020.
- SANTOS, A. A. S. dos; MOREIRA, E. S. *Mineração e conflitos agrários em Canaã dos Carajás/Pará*. Anais do Encontro Anual da ANPOCS, v. 40, 2016.
- SCHAEFER, C. E. et al. *Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Brasil: uma revisão crítica e papel ecológico de termiteiros*. In: Geossistemas ferruginosos do Brasil: Áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte: 3i Editora, p. 77-102, 2015.
- SENF, C. *Seeing the system from above: the use and potential of remote sensing for studying ecosystem dynamics*. Ecosystems, v. 25, n. 8, p. 1719-1737, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10021-022-00777-2>.
- SHAFER, C. L. *Cautionary thoughts on IUCN protected area management categories V–VI*. Global Ecology and Conservation, v. 3, p. 331-348, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2014.12.007>.
- SILVA, C. C. da et al. *Dinâmica de uso do solo em unidades de conservação em Rondônia, com presença e sem estrada no período (2018-2022)*. Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 17, n. 1, p. 6344-6360, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-381>.

SILVA, E. L. da. et al. *Educação ambiental na região de Carajás: trajetória e impactos do Centro de Educação Ambiental de Parauapebas-CEAP*. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 18, n. 4, p. 461-476, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.14517>.

SILVA, L. G. et al. *Floristic data to support conservation in the Amazonian canga*. Biota Neotropica, v. 23, p. e20231517, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2023-1517>. Acesso em: 25 jul. 2024.

SILVA, M. S. F. da; ANUNCIÇÃO, V. S. da; ARAÚJO, H. M. de. *Desafios na gestão ambiental participativa em Unidades de Conservação, Brasil*. Revista Geografar, v. 15, n. 1, p. 195-219, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/geografar.v15i1.65066>.

SOARES-FILHO, B. S. et al. *Redução de emissões de carbono associadas ao desmatamento no Brasil: o papel do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa)*. IPAM, Brasília, 2008. 32 p.

SOARES-FILHO, B. S. *O papel das áreas protegidas da Amazônia, em especial as com apoio do ARPA, na redução do desmatamento*. Rio de Janeiro: Funbio, 2016.

SOUZA PINTO, J. et al. *Análise das mudanças do uso e cobertura da terra em dois parques urbanos e seus entornos em Campo Grande, Mato Grosso do Sul*. Boletim de Geografia, v. 39, 2021.

SOUZA, C. M. et al. *Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine*. Remote Sensing, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/RS12172735>.

SOUZA, O. A. C. M. B. de. *Educação ambiental em unidades de conservação: percepções ambientais no contexto atual*. Avanços & Olhares - Revista Acadêmica Multitemática do IESA, n. 9, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.56797/ao.vi9.40>.

SOUZA, V. A. S. et al. *O uso de programas de geoprocessamento na determinação de impactos gerados pela mineração na Amazônia*. International Technology, Science and Society Review, v. 6, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.37467/gka-revtechno.v6.1092>.

TEIXEIRA, A. F.; GOMES, R. C. *Governança pública: uma revisão conceitual*. Revista do Serviço Público, v. 70, n. 4, p. 519-550, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21874/rsp.v70i4.3089>.

TESFAW, A. T. et al. *Land-use and land-cover change shape the sustainability and impacts of protected areas*. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 115, n. 9, p. 2084-2089, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1716462115>.

TONG, X. et al. *Increased vegetation growth and carbon stock in China karst via ecological engineering*. Nature Sustainability, v. 1, n. 1, p. 44-50, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41893-017-0004-x>.

TREVIZAN, A. F.; OLIVEIRA, F. A. H. D. de. *Unidades de conservação como instrumentos de mitigação às alterações climáticas em Mato Grosso*. Boletim de Geografia, v. 39, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v39.a2021.e59419>.

VALE S.A. *Relatório Anual 2011*. Disponível em: <https://vale.com/documents/44618/429697/relatorio-de-sustentabilidade-2011-investidores.pdf/28541af4-2373-5474-a6bc-02b10dbf24c7?version=1.2&t=1696880670241&download=false>. Acesso em: 12 jul. 2024.

VALE S.A. *Relatório de Sustentabilidade 2011 para Investidores*. Disponível em: <https://vale.com/documents/44618/429697/relatorio-de-sustentabilidade-2011-investidores.pdf/28541af4-2373-5474-a6bc-02b10dbf24c7?version=1.2&t=1696880670241&download=false>. Acesso em: 12 jul. 2024.

VALE S.A. *Vale Biodiversidade 2021*. Disponível em: https://vale.com/documents/44618/436238/BOOK_Vale+Biodiversidade_PT.pdf/f89a4678-bff6-adb8-2905-9368d33bbe55?version=1.1&t=1697719758252&download=false. Acesso em: 12 jul. 2024.

VALE. *Bioparque Vale Amazônia*. Disponível em: <https://vale.com/pt/bioparque-vale-amazonia>. Acesso em: 12 jul. 2024.

VALENTI, M. W. et al. *Educação ambiental em unidades de conservação: políticas públicas e a prática educativa*. Educação em Revista, v. 28, p. 267-288, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-46982012000100012>.

VIANA, D. P. C.; UMBELINO, L. F. *O conselho gestor como ferramenta para a gestão participativa de unidades de conservação*. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 7, n. 3, p. 40-58, 2016.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. *Mapeamento geoecológico no Parque Nacional dos Campos Ferruginosos de Carajás/Pará-Brasil*. Ateliê Geográfico, v. 14, n. 3, p. 218-238, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ag.v14i1.59613>.

VILA-NOVA, F. V. P.; TORRES, M. F. A.; MALLEA, A. J. A. *Vulnerabilidade florestal à cobertura e uso do solo em área de proteção ambiental Estuarina de Pernambuco*. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, v. 53, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/raega.v53i0.69871>.

WANDERLEY, L. *Quatro Décadas do Projeto Grande Carajás: Fraturas do Modelo Mineral Desigual na Amazônia**. Brasília-DF: Comitê Nacional em Defesa dos Territórios frente à Mineração, 2021.

XU, W. et al. *The effectiveness of the zoning of China's protected areas*. Biological Conservation, v. 204, p. 231-236, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2016.10.028>.

