

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, TECNOLOGIA E  
MEIO AMBIENTE (PPG STMA)**

**ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO CERRADO: PLANEJAMENTO,  
TRANSFORMAÇÕES TERRITORIAIS E SUSTENTABILIDADE EM  
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL**

**Ricardo Elias do Vale Lima**

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, TECNOLOGIA E  
MEIO AMBIENTE (PPG STMA)**

**RICARDO ELIAS DO VALE LIMA**

**ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO CERRADO: PLANEJAMENTO,  
TRANSFORMAÇÕES TERRITORIAIS E SUSTENTABILIDADE EM  
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, no doutorado em Ciências Ambientais, Área de Concentração: Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vivian da Silva Braz

Co-orientador: Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza.

Anápolis – GO  
2025



Programa de Pós-Graduação em  
Sociedade, Tecnologia e  
Meio Ambiente

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### PLANEJAMENTO, TRANSFORMAÇÕES TERRITORIAIS E SUSTENTABILIDADE EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL

Ricardo Elias do Vale Lima

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Sociedade,  
Tecnologia e Meio Ambiente/ PPG  
STMA da Universidade Evangélica  
de Goiás/ UniEVANGÉLICA como  
requisito parcial à obtenção do  
grau de DOUTOR.

Aprovada em 19 de setembro de 2025.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e Territorialidade

Documento assinado digitalmente  
**VIVIAN DA SILVA BRAZ**  
Data: 06/10/2025 09:37:31-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.ª Dr.ª Vivian da Silva Braz  
Presidente/Orientador (UniEVANGÉLICA)

Documento assinado digitalmente  
**EDUARDO DOUBADO ARGOLO**  
Data: 06/11/2025 16:57:26-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Eduardo Argolo  
Examinador Interno (UniEVANGÉLICA)

Documento assinado digitalmente  
**FRANCISCO LEONARDO TEJERINA GARRO**  
Data: 06/11/2025 17:19:39-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro  
Examinador Interno (UniEVANGÉLICA)

Documento assinado digitalmente  
**JOSE PAULO PIETRAFESA**  
Data: 07/11/2025 07:36:20-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. José Paulo Pietrafesa  
Examinador Externo (PPGE/FE/UFG)

Documento assinado digitalmente  
**FERNANDO GOMES BARBOSA**  
Data: 07/11/2025 08:30:18-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Fernando Gomes Barbosa  
Examinador Externo (Universidade Estadual de Goiás - UEG)

L732

Lima, Ricardo Elias do Vale.

Áreas de proteção ambiental no cerrado: planejamento, transformações territoriais e sustentabilidade em unidades de conservação de uso sustentável / Ricardo Elias do Vale Lima - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás - UniEvangélica, 2025.

124p. il.

Orientadora: Profa. Dra. Vivian da Silva Braz.

Co-orientador: Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza.

Tese (doutorado) – Programa de pós-graduação *stricto sensu*

Doutorado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente –

Universidade Evangélica de Goiás - UniEvangélica, 2025.

1. Cerrado 2. Áreas de proteção ambiental 3. Indicadores de sustentabilidade  
I. Braz, Vivian da Silva II. Souza, João Maurício Fernandes III. Título

CDU 504

Catálogo na Fonte

Elaborado por Rosilene Monteiro da Silva CRB1/3038

À Deus e a minha família.  
Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu primeiro agradecimento. Ele ouviu uma oração antiga e, no tempo certo, fez florescer o sonho do doutorado. Que este trabalho seja expressão de gratidão pela fidelidade que me sustentou nos dias de dúvida e celebrou comigo cada pequena conquista.

À minha família, que é parte de mim e de tudo o que alcanço: obrigado pelo amor que acolhe, pela paciência que educa, pelas renúncias silenciosas e pela fé que me manteve de pé. Se cheguei até aqui, não foi sozinho.

À Profa. Dra. Vivian da Silva Braz, minha orientadora, pela escuta atenta, pelo rigor intelectual e pela humanidade que pavimentaram cada etapa desta caminhada. Ao Prof. João Maurício de Souza, coorientador, pelo apoio constante e pela confiança que abre portas. À minha instituição, na pessoa do Dr. Ernei Pina, pelo crédito dado ao meu potencial e pelo suporte necessário para que este percurso fosse possível.

Aos amigos — são muitos — deixo registrado meu receio de nomear e, por isso, esquecer alguém. Cada conversa, revisão, café, resenha, oração, incentivo e sorriso está escrito nestas páginas. Que todos se reconheçam neste agradecimento.

E à ciência, que me inspira a querer mais, a servir melhor e a transformar curiosidade em compromisso, obrigada por me lembrar que toda resposta abre novas perguntas e que conhecimento é responsabilidade diante da sociedade. Este trabalho é para vocês e por causa de vocês. Muito obrigado.

## RESUMO

Esta tese avaliou a efetividade das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) no bioma Cerrado articulando três eixos complementares: primeiro o fundamento conceitual e normativo das APAs no âmbito do SNUC, situando seu papel como instrumento de planejamento territorial e gestão participativa; segundo a dinâmica espaço-temporal do desmatamento em APAs do Cerrado (1985–2022), com comparação ao restante do bioma e teste de fatores institucionais (plano de manejo, conselho/gestão e UF); e terceiro a avaliação de sustentabilidade da APA dos Pireneus (GO) com indicadores multidimensionais alinhados à Agenda 2030/IBGE. No conjunto, os resultados indicam que: (a) a categoria APA é central para compatibilizar conservação e uso sustentável, mas enfrenta fragilidades de gestão (planos/órgãos gestores) que limitam sua efetividade. (b) As taxas de transição de vegetação nativa para uso agropecuário em APAs correlacionam-se às do bioma como um todo, apontando pressões externas e insuficiências institucionais. (c) A efetividade local depende de contexto regional e de instrumentos de gestão e monitoramento por indicadores, como mostra o estudo de caso dos Pireneus.

**Palavras-chave:** Cerrado, Áreas de Proteção Ambiental, Indicadores de sustentabilidade

## ABSTRACT

This thesis assessed the effectiveness of Environmental Protection Areas (APAs) in the Cerrado biome by articulating three complementary axes: first, the conceptual and normative foundations of APAs within the framework of the SNUC, situating their role as instruments of territorial planning and participatory management; second, the spatiotemporal dynamics of deforestation in Cerrado APAs (1985–2022), with comparisons to the remainder of the biome and the testing of institutional factors (management plan, council/management body, and state jurisdiction); and third, the sustainability assessment of the Pireneus APA (GO) using multidimensional indicators aligned with the 2030 Agenda/IBGE. Overall, the results indicate that: (a) the APA category is central to reconciling conservation and sustainable use, but faces management weaknesses (plans/management bodies) that constrain its effectiveness; (b) the rates of transition from native vegetation to agricultural use within APAs correlate with those of the biome as a whole, reflecting external pressures and institutional shortcomings; and (c) local effectiveness depends on the regional context and on management and monitoring instruments based on indicators, as demonstrated by the Pireneus case study.

Keywords: Cerrado, Environmental Protection Areas, Sustainability Indicators

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>12</b>
1. Hipóteses.....	<b>12</b>
2. Objetivo geral.....	<b>14</b>
3. Objetivos específicos.....	<b>14</b>
4. Justificativa e originalidade.....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 – ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL: UM INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO NA CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</b> .....	<b>16</b>
1. Introdução.....	<b>19</b>
2. Referencial teórico.....	<b>20</b>
3. Metodologia.....	<b>25</b>
4. Resultados e discussões.....	<b>25</b>
5. Conclusão.....	<b>29</b>
6. Referências.....	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO 2 – OCUPAÇÃO E USO DO SOLO NO CERRADO: DINÂMICAS DE DESMATAMENTO E CONSERVAÇÃO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL</b> .....	<b>36</b>
1. Introdução.....	<b>36</b>
2. Metodologia.....	<b>38</b>
3. Resultados e discussões.....	<b>41</b>
4. Considerações finais.....	<b>66</b>
5. Referências.....	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DA APA DOS PIRENEUS COM BASE EM INDICADORES MULTIDIMENSIONAIS</b> .....	<b>76</b>
1. Introdução.....	<b>78</b>
2. Metodologia.....	<b>80</b>
3. Resultados e discussão.....	<b>81</b>
4. Considerações finais.....	<b>106</b>
5. Referências.....	<b>108</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	<b>112</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> (Cap.1) Estudos de caso com participação comunitária em planos de manejo.....	23
<b>Tabela 1:</b> (Cap 2) Relação entre Políticas Públicas e Variação nas Taxas de Transição Florestal-Agropecuária no Bioma Cerrado, entre 1985 e 2020.....	47
<b>Tabela 2:</b> (Cap 2) Quantidade de Áreas de Proteção Ambiental (APAs) com Plano de Manejo por Estado do Bioma Cerrado (2024).....	49
<b>Tabela 3:</b> (Cap 2) Taxa média de desmatamento por faixa de tamanho das APAs no Cerrado (1985–2020).....	50
<b>Tabela 4:</b> (Cap 2) Distribuição da Taxa Média de Transição Florestal-Agropecuária em APAs Municipais por Faixa de Tamanho (1985–2020).....	55
<b>Tabela 5:</b> (Cap 2) Número de APAs municipais com Plano de Manejo por faixa de tamanho (ha).....	55
<b>Tabela 6:</b> (Cap 2) Taxa média de transição de floresta para agropecuária por estado (1985–2020).....	56
<b>Tabela 7:</b> (Cap 2) Número de APAs com Plano de Manejo por Estado (2024)..	57
<b>Tabela 8:</b> (Cap 2) APAs por estado e por classificação: Federal, Estadual ou Municipal (2024) .....	58
<b>Tabela 9:</b> (Cap 2) Modelo de regressão multivariada das taxas de transição (floresta-agropecuária) .....	63
<b>Tabela 1:</b> (Cap 3) Características dos domicílios na APA dos Pireneus (2022).....	84
<b>Tabela 2:</b> Composição domiciliar na APA dos Pireneus (2022).....	85
<b>Tabela 3:</b> Percentual de cor e raça da população na APA dos Pireneus (2022).....	86
<b>Tabela 4:</b> População indígena na APA dos Pireneus (2022).....	87
<b>Tabela 5:</b> População por situação do domicílio nos municípios da APA dos Pireneus (2022).....	87

<b>Tabela 6:</b> Crescimento populacional na APA dos Pireneus (2010–2022).....	88
<b>Tabela 7:</b> Taxa de alfabetização da população com 15 anos ou mais na APA dos Pireneus (2022).....	89
<b>Tabela 8:</b> Nível de instrução da população de 25 anos ou mais nos municípios da APA dos Pireneus (2022).....	89
<b>Tabela 9:</b> Percentual de conversão de cobertura florestal em uso agropecuário na APA dos Pireneus por período (1985–2023).....	91
<b>Tabela 10:</b> Taxa de desmatamento anual em formações florestais na APA e municípios (2010–2023).....	92
<b>Tabela 11:</b> Indicadores operacionais de saneamento e abastecimento de água nos municípios da APA dos Pireneus (2022).....	93
<b>Tabela 12:</b> Área queimada(ha) nos municípios da APA dos Pireneus (2019–2024).....	94
<b>Tabela 13:</b> Indicadores de esgotamento sanitário nos municípios da APA dos Pireneus (2022).....	96
<b>Tabela 14:</b> PIB per capita dos municípios da APA dos Pireneus (2021).....	98
<b>Tabela 15:</b> Índice de Gini nos municípios da APA dos Pireneus.....	98
<b>Tabela 16:</b> IDHM nos municípios da APA dos Pireneus (2010).....	99
<b>Tabela 17:</b> Valores recebidos pelos municípios da APA dos Pireneus via ICMS Ecológico (2020-2024).....	99
<b>Tabela 18:</b> Área urbanizada em 2019.....	101
<b>Tabela 19:</b> Estabelecimentos de saúde SUS (2009).....	101
<b>Tabela 20:</b> Síntese da Avaliação de Sustentabilidade da APA dos Pireneus com base na Agenda 2030 (IBGE, 2021).....	104

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Cap. 2 Taxa de transição da vegetação nativa para uso agropecuário no bioma Cerrado entre 1985 e 2020.....	44
<b>Figura 2:</b> Cap. 2 Correlação entre as taxas de transição de floresta para agropecuária nas Áreas de Proteção Ambiental e no bioma Cerrado (1985–2020).....	47
<b>Figura 3:</b> Cap. 2 Evolução das taxas de transição de floresta para agropecuária no bioma Cerrado (1985–2020).....	49
<b>Figura 4:</b> Cap. 2 Taxas médias de transição florestal-agropecuária nas APAs do Cerrado por estado (1985–2020).....	51
<b>Figura 5:</b> Cap. 2 Correlação entre classificação das APAs, plano de manejo, gestão e taxa de transição florestal-agropecuária (1985–2020).....	56
<b>Figura 6:</b> Cap. 2 Boxplot da taxa de transição florestal-agropecuária nas APAs municipais (1985–2020).....	57
<b>Figura 1:</b> Cap. 3 Localização da Área de Proteção Ambiental dos Pireneus (APAP).....	90

## **INTRODUÇÃO GERAL**

O debate ambiental contemporâneo tem se consolidado como um dos principais eixos de reflexão sobre o desenvolvimento, em especial no contexto brasileiro, onde as tensões entre crescimento econômico e conservação ecológica se manifestam de forma intensa no bioma Cerrado. Este bioma, reconhecido como o segundo maior da América do Sul e hotspot mundial de biodiversidade, tem sido historicamente transformado em fronteira agrícola nacional, convertendo mais da metade de sua vegetação nativa em pastagens e lavouras nas últimas décadas. Diante dessa realidade, emergem questionamentos sobre a efetividade dos instrumentos de gestão territorial e ambiental, entre os quais se destacam as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) — unidades de conservação de uso sustentável, instituídas pela Lei n.º 9.985/2000 (SNUC), que buscam compatibilizar a conservação da natureza com o uso racional dos recursos naturais e a permanência das populações humanas.

Historicamente, as políticas ambientais no Brasil oscilaram entre três vertentes teóricas: o preservacionismo, o conservacionismo e o ecodesenvolvimentismo. O preservacionismo, de raiz norte-americana, privilegia a proteção integral dos ecossistemas e a separação entre sociedade e natureza (NASH, 1982), inspirando categorias de proteção como os parques e reservas biológicas. O conservacionismo, por sua vez, preconiza o manejo racional dos recursos naturais, articulando economia e ecologia, mas muitas vezes subordinado a uma lógica utilitarista de produtividade (DASGUPTA, 1996). Já o ecodesenvolvimentismo, proposto por Ignacy Sachs (1986, 2002, 2009), representa um paradigma de integração entre prudência ecológica, equidade social e viabilidade econômica, com base em cinco dimensões interdependentes: social, econômica, ecológica, territorial e cultural. Essa concepção amplia o escopo da sustentabilidade ao incorporar elementos de justiça social, diversidade cultural e governança participativa, articulando o desenvolvimento local às escalas regionais e globais .

A presente tese adota, portanto, a perspectiva ecodesenvolvimentista como eixo teórico-analítico, compreendendo as APAs como instrumentos de planejamento territorial participativo, cujo sucesso depende da articulação entre governança, políticas públicas e indicadores multidimensionais. Essa

abordagem reconhece que a conservação ambiental só é efetiva quando integrada às dimensões sociais, econômicas e institucionais que estruturam os territórios. Assim, o conceito de efetividade das APAs é aqui entendido como a capacidade de promover equilíbrio entre conservação e uso, redução das pressões antrópicas e melhoria das condições de vida das comunidades locais.

O estado da arte recente reforça a atualidade e amplitude dessa perspectiva. Segundo Lehfeld e Siqueira (2022), a transição para o ecodesenvolvimento passa pela incorporação das tecnologias da informação e comunicação e pela construção de cidades inteligentes, nas quais o conhecimento e a conectividade dos cidadãos tornam-se vetores de sustentabilidade e direito à cidade. Outros autores, como Montibeller Filho e Bittencourt (2017), reafirmam que o ecodesenvolvimento deve ser entendido como uma nova racionalidade econômica, orientada pela valorização do território e pela inserção de práticas solidárias e democráticas nas políticas públicas. Do mesmo modo, Santos e Souza (2018) vinculam o ecodesenvolvimento à ecossocioeconomia, destacando a importância da educação ambiental e da formação crítica para transformar o modelo civilizatório vigente, ainda centrado no paradigma do crescimento ilimitado. Esses estudos convergem ao enfatizar que a sustentabilidade territorial demanda integração de saberes, inovação social e indicadores de desempenho, dimensões presentes no presente trabalho.

No caso brasileiro, as APAs configuram espaços privilegiados para aplicar o enfoque ecodesenvolvimentista, por sua natureza híbrida, conciliando conservação e uso humano, e por sua inserção em múltiplas escalas de governança. Entretanto, sua efetividade tem sido limitada por fragilidades institucionais, tais como a ausência de planos de manejo, baixa atuação dos conselhos gestores e escassez de monitoramento por indicadores, fatores que reduzem a capacidade dessas unidades em cumprir seu papel socioambiental. Pesquisas recentes apontam que a presença de instrumentos de gestão e de mecanismos de governança participativa está diretamente relacionada à redução de taxas de desmatamento e aumento da resiliência socioecológica nas unidades de conservação de uso sustentável (PRATES; SOUSA, 2014; RIBEIRO; BORGES, 2021).

A tese está estruturada em três capítulos interdependentes, que se articulam em torno da trajetória teórica e empírica do ecodesenvolvimento. O Capítulo

1 estabelece o fundamento conceitual e normativo das APAs, situando-as na transição dos paradigmas ambientais e discutindo sua função no contexto das políticas territoriais do SNUC. Nessa etapa, a ênfase recai sobre a governança participativa e a planificação territorial, como expressão da dimensão institucional do ecodesenvolvimento. O Capítulo 2 desloca o foco para a análise espacial e temporal das transformações territoriais no Cerrado, avaliando as taxas de transição de vegetação nativa para agropecuária (1985–2022) em APAs com diferentes níveis de institucionalização (presença ou ausência de plano de manejo e conselho gestor). Por meio de análise estatística multivariada, o capítulo examina a hipótese de que a robustez institucional das APAs é determinante para conter a conversão do uso do solo. O Capítulo 3, por fim, aplica o enfoque avaliativo e propositivo, realizando um estudo de caso na APA dos Pireneus (GO), onde se implementa um conjunto de indicadores de sustentabilidade alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) do IBGE, abrangendo dimensões ambiental, social, econômica e institucional. Essa aplicação traduz empiricamente os cinco pilares de Sachs, permitindo verificar como políticas locais podem gerar sinergias entre conservação e desenvolvimento.

A pesquisa, portanto, contribui para o avanço teórico e metodológico da avaliação da efetividade das APAs, ao propor um modelo integrado de análise que une referenciais conceituais, evidências empíricas e indicadores de desempenho. A partir dessa integração, busca-se oferecer subsídios para o fortalecimento das políticas públicas de conservação e planejamento territorial no Cerrado, em consonância com os princípios do ecodesenvolvimento: solidariedade intergeracional, diversidade cultural, equidade social e prudência ecológica. Mais do que uma categoria legal, a APA é aqui compreendida como um laboratório vivo de sustentabilidade, onde a complexa relação entre sociedade e natureza pode ser mediada por conhecimento, governança e participação.

### **Objetivo geral**

Avaliar a efetividade das APAs no bioma Cerrado como instrumentos de gestão ambiental orientados à conservação da biodiversidade e ao

desenvolvimento sustentável, a partir da análise conceitual, das dinâmicas de uso do solo e da aplicação de indicadores de sustentabilidade.

### **Objetivos específicos**

1. Analisar o papel das APAs no SNUC e sua contribuição ao planejamento territorial e à gestão participativa.
2. Avaliar, as dinâmicas de desmatamento e transições de uso em APAs do Cerrado, considerando plano de manejo, conselho/gestão e Unidade Federativa (UF).
3. Investigar a sustentabilidade da APA dos Pireneus com indicadores ambientais, sociais, econômicos e institucionais, alinhados à Agenda 2030/IBGE, apontando desafios e recomendações.

### **Justificativa e Originalidade**

A justificativa decorre da urgência de medir e aprimorar a efetividade das APAs frente às pressões de uso do solo, contribuindo para aperfeiçoar planejamento, fiscalização e governança. A hipótese central é que fragilidades institucionais (ausência/baixa execução de plano de manejo e conselho gestor) limitam a efetividade, enquanto gestão estruturada e monitoramento por indicadores tendem a reduzir o desmatamento e a ampliar a sustentabilidade territorial. A originalidade reside na integração de escalas e métodos: revisão conceitual-normativa, modelagem estatística multivariada com dados MapBiomas (1985–2022) para APAs do Cerrado, e aplicação piloto de indicadores ODS/IBGE em uma APA, com proposições metodológicas replicáveis.

### **Metodologia geral**

Esta tese adota um desenho de métodos mistos e multiescalar, alinhado à vertente ecodesenvolvimentista, combinando, análise normativo-conceitual (Capítulo 1), análise espacial e estatística de transformações de uso e cobertura (Capítulo 2) e avaliação por indicadores multidimensionais (Capítulo 3). O eixo integrador são as cinco dimensões de sustentabilidade (social, econômica, ecológica, territorial/espacial e cultural) e a governança participativa (planos de manejo, conselhos e monitoramento por indicadores), que orientam tanto as perguntas de pesquisa quanto a seleção de fontes e técnicas analíticas.

No Capítulo 1, adotou-se uma abordagem qualitativa, documental-bibliográfica, combinando análise normativa e análise temática do arcabouço conceitual e institucional das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) no âmbito do SNUC. O objetivo foi construir e sistematizar o fundamento conceitual-normativo das APAs — sob a lente do ecodesenvolvimento — para sustentar a modelagem empírica do Capítulo 2 e a avaliação por indicadores do Capítulo 3. O escopo temporal compreendeu 1972–2025 (da Conferência de Estocolmo e marcos subsequentes até a Agenda 2030). As fontes primárias incluíram a Lei nº 9.985/2000 (SNUC), decretos e atos correlatos, documentos do ICMBio/CNUC, planos de manejo e relatórios técnicos de unidades de conservação. As fontes secundárias reuniram literatura técnico-científica sobre UCs/APAs, governança participativa e ecodesenvolvimento, além de documentos de referência da Agenda 2030/ODS (IBGE), de modo a alinhar a noção de efetividade a indicadores reconhecidos.

A revisão bibliográfica foi estruturada (SciELO e Google Scholar), com descritores como “ecodesenvolvimento”, “SNUC”, “Áreas de Proteção Ambiental”, “governança participativa”, “plano de manejo”, “conselho gestor” e “dimensões de sustentabilidade”. Inclusão: pertinência a APA/SNUC/ecodesenvolvimento; caráter normativo ou de diretriz; estudos que operacionalizam dimensões de sustentabilidade em perspectiva territorial. Exclusão: duplicatas, peças opinativas sem base técnica e materiais sem interface com UCs/APAs ou governança/indicadores. A triagem foi registrada em planilha de metadados (autor, ano, tipo, escala, dimensões), assegurando transparência e replicabilidade.

A extração e organização do material ocorreram por três matrizes analíticas. A primeira, normativa SNUC–APA, sistematizou criação, objetivos, zoneamento, usos permitidos, plano de manejo, conselho gestor, competências institucionais e instrumentos participativos. A segunda mapeou as cinco dimensões do ecodesenvolvimento (social, econômica, ecológica, territorial/espacial e cultural) tal como incorporadas em normas, diretrizes e referências técnicas, identificando ênfases e lacunas. A terceira abordou governança e efetividade, registrando a presença de plano de manejo e conselho gestor e a existência de monitoramento por indicadores (ODS/IBGE), além de menções a instrumentos de política pública

correlatos (como ICMS Ecológico). A análise combinou uma leitura normativa dos dispositivos legais e diretrizes com análise temática (coding) em três eixos: paradigmas ambientais (preservação, conservação, ecodesenvolvimento); governança e instrumentos (plano, conselho, participação, monitoramento); e pilares de sustentabilidade (cinco dimensões). Por fim, procedeu-se à triangulação conceitual entre prescrição normativa, literatura sobre territorialização e participação e requisitos de monitoramento alinhados aos ODS/IBGE, compondo o arco lógico que fundamenta as variáveis institucionais exploradas no Capítulo 2 e orienta a avaliação por indicadores do Capítulo 3.

No Capítulo 2, adotou-se uma estratégia quantitativa, espacial e longitudinal para estimar e explicar as taxas anuais de transição de vegetação nativa para usos agropecuários nas Áreas de Proteção Ambiental (APAs) do bioma Cerrado, no período 1985–2022. As análises utilizaram a Coleção 8 do MapBiomas (resolução de 30 m), com extração por recortes geoespaciais dos limites legais das APAs, e metadados institucionais obtidos no CNUC/ICMBio (jurisdição/nível de gestão, presença de plano de manejo, existência de conselho/gestão, ano de criação e UF). Esse desenho conecta, de forma multiescalar, a dinâmica de uso e cobertura observada por sensoriamento remoto ao arranjo institucional das unidades, em linha com o eixo metodológico já descrito na tese.

Universo, unidade de análise e critérios de inclusão/exclusão. A unidade de análise é a APA. O universo cobriu todas as APAs inseridas no bioma Cerrado: foram identificadas 112 APAs e 98 foram efetivamente analisadas (censo com perdas), devido à indisponibilidade de dados espaciais ou institucionais em 14 casos. Além do critério de disponibilidade de dados, buscou-se representatividade territorial, distribuição por sete UFs do Cerrado em análise, e variação em porte, jurisdição (federal/estadual/municipal), contexto de pressão antrópica (fronteira versus áreas consolidadas) e instrumentos de gestão (plano/conselho), assegurando heterogeneidade comparável entre unidades e estados. Recomenda-se registrar, como anexo metodológico, um quadro de inclusões/exclusões por UF e motivo e um teste simples de viés de seleção (comparando área média/UF entre incluídas e excluídas), como transparência adicional.

Fontes e extração de dados. As fronteiras legais e os metadados institucionais foram obtidos no CNUC/ICMBio; os rasters anuais de uso e cobertura (1985–2022) vieram do MapBiomas – Coleção 8. Para cada APA, realizou-se o recorte espacial (clip) dos rasters pelo polígono legal e a tabulação anual das áreas por classe de uso. A variável-chave de interesse é a taxa anual de transição de vegetação nativa → agropecuária, agregada por APA–ano; adicionalmente, foram produzidos sumários por períodos (quinquênios/intervalos coerentes com a série) para facilitar a leitura de tendências e reduzir ruído interanual. Os mapas temáticos e tabelas sintetizam a distribuição por estado, classificação e tamanho da APA e apresentam as taxas médias de desmatamento/conversão por UF e faixas de porte, para contextualização dos resultados estatísticos.

Construção das variáveis, Dependente: taxa anual de transição de vegetação nativa para uso agropecuário por APA–ano (proporção em (0,1), com eventuais zeros quando não há transição naquele ano). Explicativas institucionais: jurisdição/classificação (federal/estadual/municipal), plano de manejo (0/1), conselho/gestão (0/1), ano de criação, além de dummies de UF (efeitos fixos de contexto estadual) e dummies de período/ano (choques macro e mudanças de política).

Essas variáveis materializam, no plano empírico, a dimensão institucional/territorial do ecodesenvolvimento destacada no Cap. 1 (governança, instrumentos e pactos decisórios modulando resultados ecológicos no território).

Para as séries anuais, adotou-se sumarização por períodos (além da série completa) a fim de reduzir flutuações interanuais, e procederam-se checagens de consistência (valores fora de faixa, áreas faltantes) e auditoria de limites (coerência entre polígonos de APA e recortes raster). Em termos estatísticos, o capítulo reporta diagnóstico de resíduos, verificação de heterocedasticidade e multicolinearidade (VIF), além de análises de robustez, em linha com o procedimento padronizado que a tese já descreve para o Cap. 2 (GLM gaussiano com ANOVA, checagens e mapas/tabelas como apoio interpretativo).

Como etapa exploratória, foi utilizada a correlação de Spearman ( $\rho$ ) para

avaliar associações monotônicas entre as trajetórias de conversão nas APAs e a trajetória do bioma Cerrado (ou entre grupos institucionais), evitando pressupor linearidade estrita e normalidade. Por basear-se em postos, Spearman é robusta a assimetrias e a valores extremos moderados, ajustando-se bem a séries longas e heterogêneas como as de 1985–2022. Em termos operacionais, a análise considerou sumários por períodos e, quando pertinente, a remoção de tendências comuns (primeiras diferenças) para reduzir correlações espúrias. Os resultados de Spearman têm papel descritivo/triagem; a inferência confirmatória sobre o efeito das variáveis institucionais é reservada aos modelos de regressão, conforme o protocolo do capítulo.

Para testar os determinantes institucionais e regionais das taxas de transição, foram ajustados Modelos Lineares Generalizados (família gaussiana), com estrutura que inclui variáveis de período, plano de manejo, conselho/gestão e UF, além de controles ocasionais por ano de criação onde pertinente. A significância dos termos foi avaliada por ANOVA ( $\alpha = 0,05$ ), com relato de estatísticas globais do modelo (Erro-padrão dos resíduos;  $R^2$  múltiplo/ajustado; F e *p-value*), e checagens de resíduos e VIF para sustentar a validade da inferência. O emprego de regressão linear (forma gaussiana) é coerente com o objetivo de estimar efeitos marginais médios de instrumentos de governança (plano/gestão) sob controle temporal e regional, em contexto de alta heterogeneidade e variável de resposta proporcional com dispersão moderada — abordagem já descrita no corpo do capítulo e consolidada no protocolo da Metodologia geral.

Heterogeneidades espaciais e apresentação dos resultados. A interpretação estatística é acompanhada de mapas temáticos (padrões espaciais por UF/porte) e tabelas/gráficos (séries temporais, boxplots por grupos institucionais), permitindo verificar consistência visual entre achados quantitativos e a distribuição territorial das APAs. Essa dupla leitura, quantitativa e cartográfica, é central para estudos em biomas extensos, pois explicita a heterogeneidade regional e previne extrapolações indevidas.

Reconhece-se que a resolução dos dados de sensoriamento remoto pode subestimar mudanças localizadas; que há heterogeneidade dos metadados institucionais entre APAs; e que não houve verificação *in loco* universal. Essas

limitações são mitigadas por: (i) séries longas (1985–2022), que aumentam a estabilidade de tendências; (ii) cobertura quase censitária (98/112 APAs), que reduz viés amostral; (iii) triangulação de fontes (MapBiomas + CNUC/ICMBio) e análises de sensibilidade (sumários por período; checagens de resíduos e VIF; robustez). As rotinas estatísticas foram executadas no R (v. 4.3); o processamento cartográfico/espacial, no QGIS (v. 3.x). As tabelas e gráficos seguem padrão reprodutível, permitindo auditoria metodológica e repetição dos resultados.

O Capítulo 3 desenvolve um sistema de indicadores para avaliar a sustentabilidade das APAs sob o prisma do ecodesenvolvimento (dimensões social, econômica, ecológica/ambiental, territorial/institucional), assegurando alinhamento às ODS e viabilidade empírica com dados oficiais do Brasil. A estratégia segue boas práticas internacionais em avaliação de sustentabilidade (reconciliação de múltiplas dimensões, mensurabilidade, comparabilidade e parcimônia) e adota, como princípio, a seletividade criteriosa em vez da multiplicação indiscriminada de métricas.

A seleção foi conduzida em três camadas complementares:

1. Triagem conceitual (o *porquê* medir): mapeamento explícito entre as dimensões do ecodesenvolvimento (Cap. 1) e os mecanismos de gestão da APA (plano, conselho, governança), priorizando indicadores com relação teórica direta com resultados socioambientais do território. Essa etapa evita “listas de compras” e sustenta relevância substantiva e coerência causal.
2. Critérios técnico-metodológicos (o *que* medir): aplicou-se um conjunto de critérios clássicos para indicadores de sustentabilidade: validade/pertinência, sensibilidade a mudanças, confiabilidade, comparabilidade espacial e temporal, interpretabilidade, simplicidade e disponibilidade de dados. Esses critérios são consolidados na literatura de alto impacto (p. ex., *Ecological Indicators*), e aparecem como requisitos para sistemas robustos de avaliação.

3. Viabilidade empírica e governamental (o *como/onde* medir): prioridade para fontes oficiais e regulares, com metadados padronizados e cobertura subnacional, de modo a permitir séries históricas e replicabilidade (IBGE/ODS Brasil, MapBiomias, bases federais setoriais).

A escolha das ODS e metas seguiu um procedimento de localização (local *mainstreaming*), recomendado por ONU/PNUD para níveis subnacionais, e adotou metadados oficiais da ONU/IBGE para garantir comparabilidade. Os passos foram:

- (i) Mapeamento de materialidade: partindo das questões-chave do território APA, foram listados os ODS com nexo direto com conservação e governança territorial (p. ex., ODS 6 – água e saneamento; ODS 11 – assentamentos sustentáveis; ODS 12 – consumo/produção responsáveis; ODS 13 – clima; ODS 15 – vida terrestre; ODS 16 – instituições/participação).
- (ii) Seleção de metas/indicadores globais: para cada ODS material, foram priorizados indicadores Tier I/II (metodologias consolidadas) conforme o repositório de metadados da ONU e a adaptação nacional (IBGE/ODS Brasil, IPEA), garantindo definição, fórmula e fonte de dados reconhecidas.
- (iii) Verificação de disponibilidade subnacional: checagem de cobertura municipal/estadual e periodicidade no ODS Brasil (IBGE) e bases associadas, priorizando séries aptas a estabelecer linhas de base e tendências.

Fontes de dados, unidade espacial e recortes

- Ambiental/territorial (Ecológica): MapBiomias – Coleção 8 (30 m) para calcular proporção de vegetação nativa remanescente, taxa de conversão e dinâmica por classes no interior de cada APA (recorte poligonal). Esses indicadores dialogam diretamente com a ODS 15 (vida terrestre) e com metas que tratam de cobertura e integridade de ecossistemas.
- Social/Econômica: IBGE/ODS Brasil, Atlas do Desenvolvimento Humano e bases setoriais oficiais (p. ex., educação, saneamento) em escala municipal. Quando a APA abrange mais de um município, as

métricas foram ponderadas pela área de sobreposição APA–município (média ponderada), garantindo melhor representatividade territorial do indicador para a unidade de conservação.

Portfólio final de indicadores por dimensão.

- Ambiental/Ecológica (ODS 15/13): % vegetação nativa, taxa de transição nativa→agropecuária, tendência de fragmentação/conectividade; apoio interpretativo com séries de clima/fogo quando disponível. (Mapeamento com metadados ODS 15: áreas protegidas e sítios-chave de biodiversidade como referências de cobertura/conservação.)
- Social (ODS 4/6/11): escolaridade/IDHM-Educação, acesso a água/esgoto (proxies ODS 6), urbanização e riscos (ODS 11). Escolha guiada por relevância territorial (impacto da APA sobre comunidades e serviços ambientais) e disponibilidade municipal.
- Econômica (ODS 8/12): emprego formal em atividades compatíveis com conservação/turismo, razão de formalização, eventual proxy de economia verde (quando disponível), consumo/produção responsáveis (ODS 12) em séries municipais.
- Institucional/Territorial (ODS 16/17): presença de plano de manejo, conselho gestor ativo e gestão (metadados CNUC/ICMBio), associados a metas de instituições eficazes/participação; servem também como variáveis de controle nos modelos.

Normalização, agregação e construção de índices

Para tornar indicadores comparáveis, aplicou-se uma normalização min-máx no intervalo  $[0,1][0,1]$ , com ajuste de polaridade (*the-higher-the-better* ou *the-lower-the-better*). Em indicadores com assimetria extrema, admite-se z-score como robustez. Essas escolhas seguem o OECD Handbook para compósitos (padronização, direção do indicador, *distance-to-a-target* quando aplicável a metas ODS).

Indicadores foram agregados por média aritmética dentro de cada dimensão/pilar (pesos iguais, opção transparente) e, na sequência, sintetizados em um índice composto de sustentabilidade da APA, com pesos iguais entre pilares. A literatura recomenda parcimônia e transparência na ponderação, com análise de sensibilidade para verificar robustez da estrutura de pesos (variações plausíveis e testes *leave-one-out*).

A qualidade de compósitos demanda inspeção de incerteza (variação por escolhas de normalização/pesos) e sensibilidade (quais indicadores “puxam” resultados). Aplicaram-se: (i) robustez a pesos ( $\pm 20\%$  por pilar), (ii) alternativa de normalização (z-score) e (iii) leave-one-out por indicador. Essas rotinas são recomendadas pela literatura metodológica de referência (*JRSS-A*; *JRC/OECD*).

A leitura do índice composto é triangulada com resultados espaciais (mapas de cobertura/ conversão do MapBiomas) e informações institucionais (plano/conselho), buscando coerência narrativa entre indicadores ODS e dinâmica territorial observada. Esse “fechamento do arco” entre indicadores socioeconômicos/ODS e métricas ecológicas é recomendado em revisões de estados-da-arte.

Limitações e mitigação. (i) Cobertura subnacional desigual de certos indicadores ODS; (ii) mismatch entre limites administrativos (municípios) e limites da APA (resolvido por ponderação areal); (iii) ruído interanual em séries ambientais (atenuado por janelas temporais e tendência); (iv) escolhas normativas de pesos/normalização (tratadas por sensibilidade). A utilização de metadados oficiais ONU/IBGE e de fontes abertas replicáveis minimiza o risco de inconsistência conceitual e opacidade metodológica.

# **CAPÍTULO 1**

## ARTIGO

### (PUBLICADO)

---

LIMA, R. E. V.; SILVA, V. B.; SOUZA, J. M. F.. ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL: UM INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO NA CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. RGSA (ANPAD). v.19, p.1 - 1, 2025.

(De acordo com as normas de publicação da revista)

## ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL: UM INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO NA CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

### RESUMO

#### **Objetivo:**

Este estudo analisa a gestão das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) no Brasil, com ênfase na relevância dos planos de manejo para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável, considerando diretrizes nacionais e internacionais.

#### **Referencial**

A pesquisa se baseia no conceito de desenvolvimento sustentável da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988), nas dimensões propostas por Sachs (1998) e no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), além da metodologia de elaboração de planos de manejo do ICMBio (2023), inspirada no *Foundation Document* do NPS (EUA).

#### **Método:**

A abordagem é qualitativa, exploratória e descritiva, utilizando revisão bibliográfica e análise documental de legislações, documentos técnicos e estudos de caso, com foco na aplicação e nos desafios da gestão em APAs.

#### **Resultados e Discussão:**

Constatou-se que, embora os planos de manejo sejam instrumentos essenciais, sua implementação enfrenta limitações como escassez de recursos, descontinuidade de políticas públicas e baixa participação social em algumas áreas. A adoção de processos participativos e a integração entre atores locais e instituições são apontados como caminhos para aumentar a efetividade da gestão.

#### **Implicações da Pesquisa:**

O estudo contribui com recomendações para aprimorar o planejamento e a execução de planos de manejo, oferecendo subsídios para gestores públicos e profissionais da área ambiental.

#### **Originalidade/Valor:**

A pesquisa integra teoria e prática, propondo um alinhamento metodológico entre experiências brasileiras e internacionais para fortalecer a gestão adaptativa em unidades de conservação.

**Palavras-chave:** Gestão ambiental; Áreas de Proteção Ambiental; Plano de manejo; Sustentabilidade, Participação social.

# THE EFFECTIVENESS OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN SUSTAINABLE USE CONSERVATION UNITS: AN ANALYSIS OF MANAGEMENT PLANS IN BRAZILIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION AREAS ABSTRACT

## **Objective:**

This study analyzes the management of Environmental Protection Areas (APAs) in Brazil, emphasizing the relevance of management plans for biodiversity conservation and sustainable development, while considering national and international guidelines.

## **Theoretical**

The research is based on the concept of sustainable development proposed by the World Commission on Environment and Development (WCED, 1988), the multidimensional approach of Sachs (1998), the National System of Conservation Units (SNUC), and the methodology for management plan formulation developed by ICMBio (2023), inspired by the National Park Service's *Foundation Document* (USA).

## **Framework:**

## **Method:**

This is a qualitative, exploratory, and descriptive study based on a bibliographic review and document analysis, focusing on legal frameworks, technical documents, and case studies addressing the application and challenges of APA management.

## **Results and Discussion:**

The results demonstrate that management plans are essential instruments, although their implementation faces challenges such as limited resources, discontinuity of public policies, and low community participation in certain areas. Adopting participatory processes and fostering integration among local actors and institutions are crucial to enhancing management effectiveness.

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável emergiu como resposta à crescente preocupação global com os impactos ambientais e as desigualdades sociais geradas pelos modelos de crescimento econômico tradicionais. A sua consolidação se deu, principalmente, com a publicação do relatório “**Nosso Futuro Comum**” (1987), elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas. O documento definiu desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades” (CMMAD, 1988, p. 46), estabelecendo um marco conceitual amplamente aceito no debate internacional.

Antes mesmo da popularização desse conceito, a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) já propunha, em 1980, uma abordagem que integrava conservação ambiental e desenvolvimento humano. Com o apoio do PNUMA e do WWF, essa visão destacou a importância de respeitar os limites ecológicos dos ecossistemas e garantir a melhoria das condições de vida das populações humanas (UICN, 1980).

Sachs (2002) aprofunda essa discussão ao propor que o desenvolvimento sustentável deve se basear em quatro pilares fundamentais — o social, o econômico, o ecológico e o cultural — que devem operar de forma integrada. Para o autor, não se trata apenas de preservar o meio ambiente, mas de promover equidade social, crescimento responsável e valorização das culturas locais. Essa perspectiva é complementada por Pires (1998), que ressalta a necessidade de equilíbrio dinâmico entre essas dimensões, e por Buarque (1999), que considera o desenvolvimento sustentável como um processo de transformação social que amplia oportunidades, promove a justiça social e conserva os recursos naturais.

A abordagem de Sen (2000) acrescenta uma dimensão ética ao debate, ao relacionar desenvolvimento com liberdade e acesso a direitos fundamentais, como saúde, educação e participação política. Assim, o desenvolvimento sustentável se expande para além dos aspectos técnicos, incorporando valores democráticos e de equidade. Por fim, Sachs (2005) reforça que o paradigma da sustentabilidade exige uma mudança profunda na lógica de desenvolvimento vigente, principalmente nos países centrais, que devem assumir maior

responsabilidade na construção de um modelo mais justo e ecologicamente viável.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC): Uma Análise Histórica e Contemporânea**

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) é uma das mais importantes políticas ambientais do Brasil, instituído pela Lei nº 9.985/2000 para garantir a preservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais. No entanto, apenas com a promulgação da lei, consolidou-se um marco legal unificado para a criação e gestão dessas áreas, estruturado em Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável (BRASIL, 2000).

A implementação do SNUC respondeu à necessidade de conter a degradação ambiental intensificada pela expansão agrícola nas décadas de 1960 e 1970, que ameaçou biomas como a Amazônia e o Cerrado (ARAÚJO, 2007).

As Unidades de Conservação (UCs) desempenham papel essencial na mitigação das mudanças climáticas, atuando como sumidouros de carbono e protegendo mananciais hídricos (TREVIZAN; OLIVEIRA, 2022). Além disso, fomentam o ecoturismo e a pesquisa científica, gerando benefícios socioeconômicos para as comunidades locais (SILVA-MELO *et al.*, 2020).

Apesar dos avanços, desafios persistem, como a falta de recursos financeiros e humanos, a pressão da expansão agropecuária e a fragmentação das áreas protegidas, que impactam a Biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (RIBEIRO; BORGES, 2021; ASSIS *et al.*, 2022). A criação de corredores ecológicos e o fortalecimento da participação comunitária são essenciais para aprimorar a gestão das UCs (SILVA-MELO *et al.*, 2020).

### **2.2 Áreas de Proteção Ambiental**

As Áreas de Proteção Ambiental (APAs) surgem como uma estratégia importante para promover o desenvolvimento sustentável, especialmente em países como o Brasil, onde a preservação de recursos naturais e biodiversidade enfrenta grandes desafios. As APAs são uma categoria de unidades de conservação de uso sustentável estabelecidas pela Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da

Natureza (SNUC) (BRASIL, 2000). Essas áreas permitem a coexistência de atividades econômicas e preservação ambiental, desempenhando um papel crucial na proteção de ecossistemas e na promoção do uso sustentável dos recursos naturais.

Menezes *et al.* (2000) destacam que as APAs são fundamentais para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, promovendo o desenvolvimento sustentável em diversas regiões. Soares-Filho *et al.* (2006) ressaltam que as APAs são essenciais para a proteção de ecossistemas ameaçados, como a Amazônia, onde as atividades agrícolas e pecuárias apresentam uma grande ameaça à biodiversidade. Além disso, Ferreira (2009) aponta que as APAs promovem a gestão integrada de recursos naturais, garantindo a participação da comunidade local na preservação do meio ambiente, o que é vital para a sustentabilidade das atividades produtivas nessas áreas.

O papel das APAs também se estende ao turismo sustentável, uma vez que essas áreas possuem grande potencial para o ecoturismo, promovendo o desenvolvimento econômico local e a conservação ambiental (SOUTO *et al.* 2008). Ao fomentar atividades como o ecoturismo e a agricultura familiar sustentável, as APAs contribuem para a geração de emprego e renda de forma compatível com a preservação dos recursos naturais (PEREIRA *et al.*, 2017). Além disso, as APAs são fundamentais para a proteção de recursos hídricos, especialmente em áreas de nascentes e recarga de aquíferos, desempenhando um papel importante na manutenção da qualidade da água (SANTOS *et al.*, 2019).

A criação e manutenção das APAs são, portanto, um elemento central para alcançar um modelo de desenvolvimento mais justo e sustentável, que concilie a conservação ambiental com as necessidades das comunidades humanas.

### 2.3 Plano de Manejo e Gestão das APA's

Planejamento é o processo sistemático e contínuo de estabelecimento de objetivos, elaboração de estratégias, definição de metas, escolha de recursos, estabelecimento de prazos e coordenação de atividades necessárias para atingir esses objetivos. É uma atividade fundamental em qualquer tipo de organização ou atividade e pode ser aplicado em diversos contextos, como empresas, governos, instituições e projetos pessoais.

Segundo Souza (2002), o termo planejamento tem sido gradativamente substituído por gestão devido ao uso indevido do conceito de planejamento. No entanto, o autor deixa claro que existem fatores específicos nos dois termos. De fato, Souza (2002) levanta um importante questionamento sobre a natureza do planejamento e sua relação com o contexto social em que é aplicado. Ao afirmar que o desafio seria planejar de modo "não-racionalista" e flexível, ele sugere a necessidade de considerar as dimensões sociais, políticas e culturais que influenciam a implementação de qualquer planejamento.

A abordagem tradicional de planejamento, que se baseia na lógica gerencial privada e na racionalidade técnica, muitas vezes negligencia essas dimensões e pode levar a resultados insatisfatórios ou até mesmo prejudiciais para a coletividade. É importante, portanto, que o planejamento leve em conta os interesses e as necessidades da sociedade como um todo, e não apenas de determinados grupos ou setores.

Por outro lado, não se pode descartar a importância do planejamento técnico e especializado, que é fundamental para garantir a eficácia e a eficiência na implementação de políticas e projetos. O desafio, então, está em encontrar um equilíbrio entre as dimensões técnica e social do planejamento, de forma a garantir que ele atenda às necessidades da coletividade de forma sustentável e equitativa.

Marques e Nucci (2007) afirmam que, de acordo com as determinações do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o planejamento ou gestão das unidades de conservação (UC) e das Áreas de Preservação Ambiental (APAs) deve ser participativo, envolvendo todos os atores envolvidos direta ou indiretamente no processo. Isso significa que o processo de planejamento deve levar em consideração as perspectivas e demandas da comunidade local, do poder público e das organizações da sociedade civil.

O Plano de Manejo é um instrumento fundamental para a gestão de APAs no Brasil. Segundo a legislação vigente, o plano de manejo é um "documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu 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).

Por isso o Plano de Manejo deve ser elaborado por uma equipe técnica especializada, com a participação da comunidade local e de outros *stakeholders* relevantes, como representantes do poder público e organizações da sociedade civil. Para Machado *et al.* (2017) o processo de elaboração do plano deve levar em consideração as características ambientais, culturais, socioeconômicas e políticas da APA, bem como as demandas e necessidades da comunidade local.

A elaboração do Plano de Manejo é uma etapa fundamental para garantir a efetividade da proteção ambiental em Áreas de Proteção Ambiental (APA). Segundo Medeiros e Andrade (2003), Pereira (2004) e Silva (2015), é fundamental contar com a participação de uma equipe técnica especializada para abordar as diversas dimensões do território e suas dinâmicas. A equipe deve ser composta por profissionais experientes em trabalhos de campo, análises de dados, elaboração de mapas, produção de relatórios, comunicação e gestão participativa.

Outro aspecto importante é a participação da comunidade local. De acordo com os autores supracitados, a comunidade deve ser envolvida desde o início do processo, por meio de reuniões, oficinas e audiências públicas. A participação da comunidade permite a construção de um plano de manejo contextualizado e adequado às realidades locais.

Além da comunidade, a participação de outros *stakeholders* relevantes, como representantes do poder público e organizações da sociedade civil, é fundamental para ampliar o debate sobre a APA e possibilitar a articulação de parcerias, convênios e acordos de cooperação técnica e financeira. A participação desses atores é fundamental para garantir a contextualização do plano de manejo e a sua adequação às particularidades do território, além de possibilitar a sua revisão e atualização periódica.

Segundo Bitencourt *et al.* (2012) e Machado *et al.* (2017), a participação da comunidade local é um aspecto fundamental para a construção de um plano de manejo efetivo. A comunidade deve ser envolvida desde o início do processo, por meio de reuniões, oficinas e audiências públicas, a fim de garantir que o plano seja construído de forma participativa e adequada às necessidades locais.

A importância da participação da comunidade também é destacada por Nogueira *et al.* (2014) e Oliveira e Câmara (2015), que afirmam que a comunidade deve ser considerada como um agente ativo na gestão da APA, sendo capaz de contribuir com conhecimentos tradicionais, práticas culturais e soluções inovadoras. Essa abordagem participativa pode resultar em uma gestão mais efetiva e sustentável da APA.

Segundo Assis *et al.* (2012) e Rocha *et al.* (2019), a equipe deve ser composta por profissionais capacitados em diversas áreas, como biologia, geografia, engenharia ambiental, entre outras, para garantir uma abordagem multidisciplinar do território e suas dinâmicas.

Além disso, Rocha *et al.* (2019) afirmam que é fundamental que o plano de manejo seja uma ferramenta dinâmica, que possa ser revisada e atualizada periodicamente para garantir sua efetividade e adequação às mudanças do território ao longo do tempo. Assim abordagem participativa e multidisciplinar é destacada como fundamental para a construção de um plano contextualizado e adequado às necessidades locais, além de permitir sua revisão e atualização periódica para garantir sua efetividade e sustentabilidade.

Para melhor demonstra o efeito da participação dos agentes colaboradores existem vários exemplos de casos bem-sucedidos no processo de formulação do plano de manejo como na tabela 1.

Tabela 1 – Estudos de caso com participação comunitária em planos de manejo

<i>Autores / Ano</i>	<i>Local</i>	<i>Participação Comunitária</i>	<i>Resultados</i>
<i>Freitas, de Souza e Ferreira (2004)</i>	Estuário – Santa Catarina, Brasil	Moradores da comunidade de pescadores participaram da elaboração do plano de manejo.	Identificação de áreas críticas de pesca, definição de regras de uso e estratégias de conservação.
<i>De Vente, Poesen e Verstraeten (2006)</i>	Bacia hidrográfica – Etiópia	Usuários locais contribuíram para mapeamento de áreas degradadas e medidas de recuperação.	Implementação de técnicas sustentáveis e recuperação de solos e vegetação.
<i>Ross e Izurieta (2008)</i>	Área protegida – Costa Rica	Participação comunitária na definição de prioridades, objetivos e estratégias de monitoramento.	Gestão eficaz com medidas claras e participativas de conservação.

Fonte: Freitas, de Souza e Ferreira (2004); De Vente, Poesen e Verstraeten (2006); Ross e Izurieta (2008);

Enfim um dos fatores preponderantes para se alcançar de forma orgânica e sustentável uma gestão e um plano de manejo aceito por todos os atores envolvidos é uma participação efetiva da comunidade local.

### 2.3.1 Estrutura organizacional do plano de manejo

O Plano de Manejo é um instrumento fundamental para a gestão das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e para a garantia de que os objetivos de conservação e uso sustentável sejam alcançados. Ele deve incluir informações detalhadas sobre a área, como a delimitação espacial, a descrição das unidades de conservação, as atividades permitidas e proibidas, além das diretrizes para o uso do solo e da água. Essas diretrizes são essenciais para nortear a execução de ações que visem à proteção ambiental e ao desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2000; MMA, 2006).

De acordo com o Roteiro Metodológico para Elaboração e Revisão de Planos de Manejo (ICMBio,2023), um plano de manejo deve contemplar uma série de etapas organizacionais e técnicas que permitam sua efetiva implementação. A primeira etapa envolve a coleta e análise de dados sobre a APA, utilizando abordagens participativas para garantir que as necessidades e expectativas das comunidades locais sejam incorporadas. Esta fase é importante para a definição de diretrizes de uso sustentável dos recursos naturais, garantindo que as atividades econômicas sejam realizadas de forma a não comprometer a integridade ecológica da área (ICMBio, 2022).

De acordo com o Roteiro Metodológico para Elaboração e Revisão de Planos de Manejo (ICMBio, 2023), a elaboração de um plano de manejo segue um conjunto de etapas estruturadas para garantir sua efetividade. Inicialmente, são verificados os pré-requisitos institucionais e operacionais, incluindo a existência de um conselho gestor e a disponibilidade de recursos. Em seguida, ocorre a organização do planejamento, na qual são formadas equipes responsáveis e estabelecido um plano de trabalho. A etapa preparatória envolve o mapeamento de áreas de uso e a sistematização de informações relevantes.

Com a base estabelecida, inicia-se a fase de diagnóstico e análise situacional, na qual são levantados dados socioeconômicos, ambientais e culturais da área. A partir dessas informações, são definidos os objetivos e diretrizes do plano, que orientarão a gestão da unidade de conservação. A

próxima etapa consiste na formulação das estratégias e programas de gestão, estabelecendo ações prioritárias e iniciativas necessárias para alcançar as metas definidas.

O plano também contempla o zoneamento da unidade, delimitando áreas específicas para diferentes usos e níveis de proteção. Após a estruturação do documento, ele passa por um processo de revisão e consolidação, incorporando ajustes necessários antes de sua aprovação final pelos órgãos competentes. Com a implementação, inicia-se um ciclo contínuo de monitoramento e revisão periódica, garantindo que o plano permaneça atualizado e adequado às necessidades da unidade de conservação

### **3 METODOLOGIA**

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental. Foram analisados documentos normativos nacionais, como a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), bem como diretrizes técnicas, a exemplo do Roteiro Metodológico para Elaboração e Revisão de Planos de Manejo das Unidades de Conservação Federais (ICMBio, 2023). Também foi utilizado o documento “What is a Foundation Document?”, produzido pelo NPS dos Estados Unidos, que serviu como referência para o desenvolvimento do roteiro brasileiro. Além disso, foram consideradas contribuições teóricas de autores que tratam da gestão ambiental em APAs, da participação social, da governança e do planejamento ambiental, bem como estudos de caso indiretos extraídos da literatura, que exemplificam as dificuldades e potencialidades do modelo atual de gestão dessas áreas no Brasil.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Segundo o site do Ministério do Meio Ambiente (MMA) no programa Cadastro Nacional das Unidades de Conservação-CNUC 1.0 com dados de 2024 o Brasil possui 509 Unidades de Conservação (UC's) da categoria Área de Preservação Ambiental desse total apenas 140 possuem plano de manejo e 369 ainda não possui. As que não possuem estão em níveis diferentes de

desenvolvimento do Plano de Manejo, em relação ao conselho de gestão das UC, das 509 UC's apenas 262 possuem conselho gestor.

Marques & Nucci (2007) afirmam que a preocupação com a carência quanto ao PM está contemplada no “Plano Nacional de Áreas Protegidas” (PNAP) instituído em 2006 pelo Ministério do Meio Ambiente onde se previa que até 2010 todas as UCs teriam o seu plano de manejo elaborado, revisado e em implementação” (MMA – PNAP, 2006, p.26).

A ausência de um plano de manejo na APA pode resultar em ocupação irregular e desordenada do território, ameaçando sua integridade ambiental. Fagundes *et al.* (2012) destacam que a falta de diretrizes claras para o uso do espaço facilita conflitos entre os diferentes grupos interessados na área, além de comprometer a conservação dos recursos naturais.

Outro impacto significativo dessa lacuna na gestão ambiental está relacionado aos recursos hídricos. Conforme apontado por Silva *et al.* (2015), sem diretrizes bem definidas para o uso da água, há maior risco de contaminação e desperdício, afetando tanto a qualidade quanto a disponibilidade desse recurso essencial.

O turismo desregulado também se torna um problema em APAs sem planejamento adequado. Cruz *et al.* (2020) alertam que, sem normas que estabeleçam limites para as atividades turísticas, os ecossistemas e os patrimônios culturais podem sofrer degradação, comprometendo a sustentabilidade da área.

Além das questões ambientais e de uso do solo, a falta de um plano de manejo pode dificultar a captação de recursos financeiros. Ribeiro *et al.* (2021) ressaltam que a inexistência de um documento formal com diretrizes e objetivos pode representar um entrave para a obtenção de investimentos destinados à conservação e ao desenvolvimento sustentável da APA.

A inefetividade da APA como unidade de conservação é outra consequência preocupante. Segundo Leite *et al.* (2009), sem um instrumento que oriente as ações dentro da área protegida, a capacidade de proteger os recursos naturais e culturais fica comprometida, assim como as possibilidades de promover um desenvolvimento socioeconômico sustentável.

Diante desses desafios, a elaboração e a constante atualização de um plano de manejo tornam-se essenciais para a eficácia das APAs. A falta desse

planejamento pode comprometer sua função como unidade de conservação, afetando tanto a biodiversidade quanto as comunidades que dependem do equilíbrio ambiental para sua subsistência.

#### 4.1 Análise das metodologias usadas na formulação de planos de manejo.

A formulação de planos de manejo de Unidades de Conservação (UCs) exige metodologias que integrem a participação social, a análise ambiental e o planejamento estratégico para garantir uma gestão eficaz e sustentável. O Roteiro Metodológico para Elaboração e Revisão de Planos de Manejo das Unidades de Conservação Federais, desenvolvido pelo ICMBio (2022), estabelece as diretrizes fundamentais para esse processo no Brasil, tendo como base o *Foundation Document*, metodologia utilizada pelo *National Park Service* (NPS) dos Estados Unidos (OMENA *et al.*, 2020).

A formulação do plano de manejo começa antes mesmo da sua estruturação como documento, em que são necessários a análise de vários elementos e atores que envolvem a UC neste caso as APA's.

O Roteiro do ICMBio estrutura o plano de manejo como um portfólio de planejamento da unidade de conservação, garantindo que cada etapa do processo contribua para uma visão integrada da gestão da UC. O plano de manejo atua como base estruturante para todas as demais ações e estratégias de planejamento dentro da UC. Esse modelo é composto por três níveis principais:

**Base Fundamental** – Representada pelo próprio Plano de Manejo, que estabelece as diretrizes gerais, o zoneamento da UC e suas normas de uso e manejo.

**Planos Específicos** – Esses incluem planos complementares, como planos de uso público, pesquisa e monitoramento, proteção ambiental, restauração ecológica e educação ambiental. Esses documentos detalham as ações específicas necessárias para a implementação do manejo da UC.

**Ações e Projetos Operacionais** – São iniciativas práticas que surgem a partir do planejamento e são ajustadas conforme novas demandas surgem.

O conceito de portfólio de planejamento enfatiza que o plano de manejo não é um documento estático, mas um instrumento dinâmico, que deve ser atualizado conforme mudanças ambientais e sociais exigirem novos direcionamentos. Essa estrutura também reflete a necessidade de governança

adaptativa, permitindo que os gestores das UCs revisem continuamente suas estratégias para garantir maior efetividade na conservação da biodiversidade e no desenvolvimento sustentável.

O portfólio, portanto, reforça que o plano de manejo deve articular diferentes níveis de planejamento e integrar diversos atores sociais na gestão da unidade. Essa abordagem permite que cada UC tenha um planejamento customizado, alinhado à sua realidade socioambiental e suas necessidades específicas.

O processo de elaboração de um plano de manejo para Unidades de Conservação segue as etapas sistematizadas pelo ICMBio (2022). Essas etapas garantem um modelo participativo e técnico que orienta desde a mobilização inicial até o monitoramento adaptativo da unidade.

1. **Preparação e Mobilização:** envolve a definição da equipe técnica, metodologia de trabalho e articulação institucional. Nessa fase, é essencial a mobilização dos atores sociais para garantir legitimidade ao processo.
2. **Diagnóstico:** sistematiza dados ambientais, sociais e econômicos da UC por meio de levantamentos técnicos, oficinas participativas, mapeamento territorial e identificação de recursos e valores fundamentais.
3. **Planejamento e Diretrizes de Gestão:** com base nos dados diagnosticados, são definidos os objetivos de conservação, diretrizes de uso sustentável, ações prioritárias e estratégias para mitigação de riscos e ameaças.
4. **Zoneamento e Normas de Manejo:** consiste na classificação das áreas da UC em zonas de proteção integral, uso sustentável ou uso especial, conforme seu grau de intervenção permitido, possibilitando o ordenamento espacial das atividades.
5. **Implementação e Monitoramento:** contempla a operacionalização do plano e o acompanhamento contínuo de suas diretrizes, com base em um sistema de gestão adaptativa.

Esse modelo metodológico adotado pelo ICMBio confere coerência técnica e flexibilidade à gestão das unidades, promovendo maior eficácia na conservação e no uso sustentável dos recursos naturais.

O *Foundation Document*, originalmente desenvolvido pelo NPS (EUA), foi testado no Brasil em unidades como o Parque Nacional de São Joaquim (SC) e a Reserva Extrativista Marinha de Soure (PA). Esse método trouxe vantagens como redução da burocracia, maior participação social e maior agilidade na elaboração dos planos (OMENA *et al.*, 2020). No entanto, para atender às exigências do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), foi necessária a inclusão do zoneamento das UCs, algo que não fazia parte do modelo original norte-americano (ICMBio, 2022).

A análise dos recursos e valores fundamentais, desempenha um papel central no processo de elaboração, permitindo uma compreensão detalhada dos elementos essenciais à conservação e o planejamento eficaz das ações de manejo. Essa abordagem garante que os planos sejam construídos a partir de uma visão estratégica, integrando aspectos ecológicos, culturais e socioeconômicos.

## **5 CONCLUSÃO**

A gestão ambiental das APAs no Brasil exige uma abordagem integrada e adaptativa, capaz de articular conservação, uso sustentável dos recursos e participação social. A ausência ou inefetividade dos planos de manejo compromete não apenas a conservação da biodiversidade, mas também o desenvolvimento local sustentável.

Este estudo evidencia a importância de fortalecer os processos participativos, garantir recursos e capacitação técnica, e integrar diferentes instrumentos de planejamento. O plano de manejo, estruturado conforme o roteiro do ICMBio e inspirado no *foundation document*, deve ser o eixo articulador das ações de gestão.

A pesquisa contribui para a compreensão dos desafios e potencialidades das APAs como instrumentos de governança ambiental no Brasil e reforça a necessidade de políticas públicas que assegurem sua efetividade como promotoras do desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, W.M. The future of sustainability: Re-thinking environment and development in the twenty-first century. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29-31 January 2006, Switzerland. IUCN, Gland, Switzerland.

AHREMS, S. O “novo” código florestal brasileiro: conceitos jurídicos fundamentais. Trabalho Voluntário apresentado no VIII Congresso Florestal Brasileiro, 25 a 28-08-2003, São Paulo, SP. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura; Brasília: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003. 1 CD-ROM. Disponível em: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/o\\_%26quot%3Bnovo%26quot%3B\\_codigo\\_florestal\\_brasileiro.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/o_%26quot%3Bnovo%26quot%3B_codigo_florestal_brasileiro.html).

Acesso em: 09/11/2023.

ARAÚJO, E. J. A., & Araújo, J. C. (2019). Metodologia participativa na gestão de recursos naturais: uma revisão sistemática da literatura. *Ambiente & Sociedade*, 22, e01403.

ASSIS, F. C., da Silva, F. C., & Silva, R. A. (2012). Plano de manejo da APA de Maracanã: participação e envolvimento da comunidade local. *Anais do III Encontro de Estudos Ambientais em Regiões de Mata Atlântica*, São Paulo, SP, Brasil.

BITENCOURT, M. D., Costa, J. L. S., & Sá, J. S. (2012). Planos de manejo em Unidades de Conservação: estudos de caso em três UCs federais no estado de Alagoas. *Ambiente & Sociedade*, 15(1), 171-192.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA. Resolução no. 303 de 20 de março de 2002. Publicação DOU no. 090, de 13/05/2002, p. 68. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/navegue/DOU>. Acesso em: 13/07/2024.

BRASIL. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Brasília, 2000.

BRASIL. Presidência da República. Decreto n.º. 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal. In: *Diário Oficial dos Estados Unidos do Brasil* n.º. 67, ano LXXIV, Rio de Janeiro, 21 de março de 1935. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/1995623/dou-secao-1-21-03-1935-pg-1/pdfView>. Código Florestal de 1934. Acesso em 09/08/2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei n°. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. In: Diário Oficial dos Estados Unidos do Brasil n°. 117, ano CIII, Seção I, Parte I, Brasília, 16 de setembro de 1965. Disponível em: [http://www.jusbrasil.com.br/diarios/2981664/dou-secao-1-16-09-1965-pg-1/pdfView#xml=http://www.jusbrasil.com.br/highlight/2981664/DOU\\_16\\_09\\_1965\\_1.965\\_novo\\_codigo\\_florestal\\_em\\_08/09/2010](http://www.jusbrasil.com.br/diarios/2981664/dou-secao-1-16-09-1965-pg-1/pdfView#xml=http://www.jusbrasil.com.br/highlight/2981664/DOU_16_09_1965_1.965_novo_codigo_florestal_em_08/09/2010). Acesso em: 11/09/2023.

BUARQUE, A. S. Construindo o Desenvolvimento Local Sustentável (Metodologia de Planejamento). São Paulo. Editora Garamond. 1999.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2a ed. Tradução de *Our common future*. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro : Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CRUZ, F. M., *et al.* (2020). O turismo em Áreas de Proteção Ambiental: análise da situação em APAs baianas sem plano de manejo. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, 13(3), 95-111.

CRUZ, F. M. *et al.* A importância do plano de manejo para a sustentabilidade das APAs. *Revista de Gestão Ambiental*, 2020.

DA CUNHA MARQUES, Anésio; NUCCI, João Carlos. Planejamento, gestão e plano de manejo em unidades de conservação. **Revista Ensino e Pesquisa (União da Vitória)**, v. 4, p. 33-39, 2007.

DE VENTE, J., POESEN, J., & VERSTRAETEN, G. (2006). Community participation in soil and water conservation in Ethiopia: towards a bottom-up approach. *Land Degradation & Development*, 17(2), 245-260.

FAGUNDES, L. S., *et al.* (2012). Análise da efetividade dos planos de manejo em Áreas de Proteção Ambiental na Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 8(1), 158-179.

FERREIRA, C. B. Áreas protegidas como ferramenta de gestão integrada de recursos naturais. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 23, n. 66, p. 135-150, 2009.

FREITAS, F. M., de Souza, R. A. F., & Ferreira, A. B. (2004). A participação da comunidade na gestão de estuários: estudo de caso na comunidade de pescadores de Itapoá, SC. *Oecologia Brasiliensis*, 8(3-4), 523-536.

ICMBio. Roteiro Metodológico para Elaboração e Revisão de Planos de Manejo das Unidades de Conservação Federais. Brasília: ICMBio, 2022.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, World Wildlife Fund, Food and Agriculture Organization of the United Nations, e Unesco, orgs. World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development. Gland, Switzerland: IUCN, 1980.

LEITE, E. L., *et al.* (2009). O plano de manejo na gestão das Unidades de Conservação: o caso da APA de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, 35(2), 299-311.

MACHADO, M. M., Freitas, R. M., & Santos, M. S. (2017). Planos de manejo das unidades de conservação federais brasileiras: revisão de literatura e estudos de caso. Floresta e Ambiente, 24, e20150051.

MARQUES, R. C. (2004). Planejamento Estratégico para a Gestão Ambiental em Áreas de Proteção Ambiental. Ambiente & Sociedade, 7(1), 29-44.

MEDEIROS, R.; REZENDE, S. S.; GUIMARÃES, M. H. M. Áreas de proteção ambiental (APAs): uma solução para a conservação dos recursos naturais em áreas urbanas. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. VII, n. 1, p. 43-56, 2004.

MEE, L., & Jefferson, R. L. (2016). Identifying and addressing the challenges facing sustainable development in the coastal zone: the case of the Mediterranean. Ocean & Coastal Management, 126, 4-10.

MENEZES, A. C. A. *et al.* Áreas protegidas: estratégia para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais e para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: MMA, 2000.

MMA. Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

NOGUEIRA, E. M., NASCIMENTO, M. G., & COSTA, M. R. (2014). Comunidade tradicional e gestão ambiental: o caso da APA de Algodoal-Maiandeuá-Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, 9(3), 739-753.

OLIVEIRA, J. A., & Câmara, G. (2015). O papel da comunidade local na gestão da Reserva Extrativista do Litoral Sul da Bahia. Geografia (Londrina), 24(3), 527-539.

OMENA, M. T. R. N. de *et al.* Foundation Document: uma solução para a elaboração de planos de manejo de unidades de conservação. Revista

Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, [S. l.], v. 7, n. 15, p. 299–317, 2020.

PEREIRA, J. S., SILVA, D. A., & SÁNCHEZ, L. E. (2005). Gestão Ambiental em Áreas de Proteção Ambiental: uma análise a partir da experiência da APA do Rio São Bartolomeu-DF. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 1(1), 32-47.

PIRES, M. O. A trajetória do conceito de desenvolvimento sustentável na transição paradigmática, In: *Tristes Cerrados*. Brasília: Editora Paralelo, 1998.

PRADO Jr., J. R., & DIXO, M. (2010). Participatory management planning for biodiversity conservation in a Brazilian protected area. *Environmental Management*, 45(4), 813-825.

RIBEIRO, C. V. G.; BORGES, L. A. C. Breve análise da evolução e status quo das Unidades de Conservação no Cerrado brasileiro. *Caminhos de Geografia*, v.22, n.83, p. 133-143, 2021. DOI: 10.14393/RCG228356216.

RIBEIRO, S. R. *et al.* Impactos da ausência de planos de manejo nas APAs. *Revista Brasileira de Ecologia*, 2021.

ROCHA, J. C., CEZAR, M. F., & FERNANDES, C. D. (2019). Análise da efetividade dos planos de manejo das Unidades de Conservação estaduais do Rio Grande do Sul. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 47, 179-199.

ROCHA, M. F., PIRES, M. F., & FERREIRA, P. A. (2006). Gestão Ambiental em Áreas de Proteção Ambiental: o caso da APA Costa dos Corais-AL. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, 1(1), 33-49.

ROSS, M. S., & IZURIETA, C. (2008). The creation of a participatory management plan for a protected area in Costa Rica. *Journal of Environmental Management*, 87(1), 18-30.

Roteiro metodológico para elaboração e revisão de planos de manejo das unidades de conservação federais. Instituto Chico Mendes - ICMBio, 2023.

SACHS I. *Caminhos para um desenvolvimento sustentável*. Org.: Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SACHS, I. (2005). Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. *Estudos avançados*, 19, 195-214.

SACHS, W. (2000). Development: Including sustainability. In W. Sachs (Ed.), *Global ecology: A new arena of political conflict* (pp. 121-146). Zed Books.

SEN, Amartya (2000). *Desenvolvimento como Liberdade* 1a ed. São Paulo: Companhia das Letras. 416 páginas.

- SILVA-MELO, M. R.; MELO, G. A. P.; GUEDES, N. M. R. Unidades de Conservação: Uma reconexão com a natureza, pós-COVID-19. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v.15, n.4, p. 347-360, 2020.
- SILVA, F. F., *et al.* (2015). O plano de manejo em Áreas de Proteção Ambiental e a gestão de recursos hídricos: o caso da APA de Guaratuba, Paraná. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 11(1), 1-20.
- SOARES-FILHO, B. S. *et al.* Áreas protegidas na Amazônia: avanços e desafios. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 20, n. 57, p. 173-194, 2006.
- SOUTO, E. S. *et al.* Áreas protegidas como opção de desenvolvimento sustentável: o caso do turismo em Boa Nova, Bahia. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 9-26, 2008.
- SOUZA, M. L. Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e a gestão urbanas. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2002
- 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, p. 254-264, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v39.a2021.e59419>
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. (2003). Human Development Report 2003: Millennium Development Goals: A compact among nations to end human poverty. United Nations Development Programme.
- UNITED NATIONS. (2005). 2005 World Summit Outcome. United Nations.
- VIANA, V. M.; GANEM, R. S. A Efetividade das APAs no Brasil. *Revista de Conservação e Sustentabilidade*, 2005.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. (2000). Our common future. Oxford University Press.
- WORLD SUMMIT ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. (2002). Johannesburg Plan of Implementation. United Nations.

# CAPÍTULO 2

# **OCUPAÇÃO E USO DO SOLO NO CERRADO: DINÂMICAS DE DESMATAMENTO E CONSERVAÇÃO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL**

## **INTRODUÇÃO**

O Cerrado tem sido palco de transformações significativas em seu uso e ocupação, ao longo do século XX, entretanto, a percepção do Cerrado começou a mudar. Como destaca Beuchle et al. (2015), a conversão de vegetação natural em áreas agrícolas no Cerrado foi uma das mais intensas do planeta nas últimas décadas, impulsionada por políticas públicas e incentivos ao agronegócio, transformando a região em uma das mais importantes fronteiras agrícolas do Brasil.

Historicamente marginalizado nos projetos de desenvolvimento nacional, o Cerrado foi, por muito tempo, percebido como um obstáculo ao progresso. Essa imagem começou a mudar com a intensificação do processo de interiorização do território brasileiro, especialmente a partir da década de 1940, com a política da Marcha para o Oeste, que buscava integrar economicamente o interior do país por meio da colonização e expansão da infraestrutura. Segundo Martins (1999), essa estratégia se baseava em uma lógica de fronteira, onde o Cerrado passou a ser visto como uma nova “terra de promessa”, apta a ser conquistada e explorada, ainda que às custas da desestruturação de seus ecossistemas e comunidades tradicionais.

Essa transformação foi consolidada nas décadas seguintes, sobretudo durante os governos militares, com a criação de programas como o Programa de Integração Nacional (PIN) e o PoloCentro, que facilitaram a expansão da fronteira agrícola com incentivos estatais e infraestrutura. A ocupação do Cerrado se intensificou com o avanço da agricultura mecanizada e da pecuária extensiva, provocando mudanças significativas no uso e na cobertura do solo, impulsionadas por interesses econômicos e geopolíticos. Essa ocupação foi marcada, como aponta Martins (1994), por um conflito entre o “Brasil oficial” , representado por grandes empreendimentos e políticas de colonização, e o “Brasil real” , formado por populações locais, ribeirinhos, quilombolas e pequenos agricultores que foram desconsiderados ou mesmo removidos desses territórios.

Com o aumento do desmatamento e a intensificação dos impactos ambientais e sociais, cresceu a percepção da necessidade de políticas públicas voltadas à conservação dos ecossistemas do Cerrado. A partir dos anos 1980 as primeiras UCs são da década de 60, inclusive no Cerrado, principalmente com a redemocratização e o fortalecimento das pautas ambientais, começaram a ser criadas Unidades de Conservação (UCs) como instrumento de gestão ambiental e ordenamento territorial. Nesse contexto, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) surgem como uma categoria de uso sustentável dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985/2000.

As APAs têm como objetivo compatibilizar a conservação ambiental com o uso sustentável dos recursos naturais, permitindo a permanência de populações humanas em seus limites, desde que respeitadas normas de manejo e zoneamento específicas. Essa flexibilidade é especialmente relevante no Cerrado, onde há grande presença de propriedades privadas e atividades produtivas já consolidadas. Segundo Viana e Ganem (2005), as APAs representam uma inovação no campo da política ambiental brasileira, ao buscar integrar conservação e desenvolvimento, inspirando-se em modelos internacionais adaptados à realidade brasileira.

Apesar de seu potencial, as APAs enfrentam desafios significativos de gestão, como a ausência de planos de manejo e a inoperância de conselhos gestores, elementos fundamentais para garantir a efetividade dessas unidades. Conforme destacam Prates e Sousa (2014), a fragilidade institucional e a falta de fiscalização comprometem a capacidade das APAs em cumprir seus objetivos, especialmente frente à pressão por expansão agrícola e à especulação imobiliária em regiões de alta valorização fundiária.

No Cerrado, a relevância das APAs se torna ainda mais evidente diante do ritmo de desmatamento e da vulnerabilidade de seus ecossistemas. Evidências quase-experimentais para o Brasil indicam que unidades com plano de manejo aprovado tendem a apresentar maior redução do desmatamento ao longo do tempo, efeitos modestos, porém consistentes, o que sugere que o aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão (como a aprovação/implementação do plano e o funcionamento de instâncias de governança) é determinante para ampliar a efetividade na contenção da

conversão para usos agropecuários. Embora o estudo de referência se concentre na Amazônia, seus achados são pertinentes às categorias de uso sustentável presentes no Cerrado, apontando ganhos potenciais com a melhoria da gestão. (WEST et al., 2022).

O objetivo deste capítulo foi avaliar as dinâmicas de desmatamento e transição de uso do solo em Áreas de Proteção Ambiental localizadas no Bioma Cerrado, considerando fatores institucionais (como a existência de plano de manejo e grupo gestor) e aspectos regionais.

O estudo está estruturado em torno de três objetivos específicos que orientam a análise empírica: identificar as taxas de desmatamento e transição de uso do solo nas APAs do Cerrado ao longo do tempo; comparar essas dinâmicas com as ocorridas no restante do bioma; e avaliar o efeito de fatores institucionais — como presença de plano de manejo, grupo gestor e estado federativo — sobre a taxa de desmatamento nas APAs. Tal análise contribui para a compreensão da efetividade dessas unidades de conservação como instrumento de ordenamento territorial e desenvolvimento sustentável.

## **METODOLOGIA**

Este capítulo caracteriza-se como uma pesquisa científica aplicada, com abordagem quantitativa, fundamentada na análise estatística e espacial de dados secundários. O objetivo central da investigação é avaliar a efetividade das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) no bioma Cerrado como instrumentos de conservação sustentável, analisando a relação entre variáveis institucionais e regionais e as dinâmicas de uso e cobertura do solo. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), uma pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos, utilizando métodos sistemáticos de investigação científica.

Para isso, foram utilizados dados secundários disponibilizados por instituições reconhecidas, como o Projeto MapBiomas (2023) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2023), assegurando a confiabilidade da base de dados. A metodologia adotada integra análises de séries temporais, sensoriamento remoto e modelagem estatística multivariada, que possibilitam uma compreensão aprofundada das transformações territoriais nas APAs. A abordagem territorial e multiescalar da

pesquisa permite contextualizar as diferentes pressões antrópicas e respostas institucionais observadas ao longo do tempo, conforme defendem Becker (2004) e Santos (1996), ao considerar o espaço geográfico como produto de múltiplas racionalidades.

### **1. Área de estudo**

Este estudo foi realizado em Áreas de Proteção Ambiental (APAs) localizadas no bioma Cerrado, abrangendo unidades distribuídas nos estados de Goiás, Minas Gerais, Bahia, Tocantins, Maranhão, Mato Grosso e Piauí. Ao total, foram selecionadas 98 Áreas de Preservação Ambiental (APAs), com base na disponibilidade de dados espaciais e institucionais, bem como na representatividade territorial, entendida como a inclusão de unidades distribuídas pelos sete estados do Cerrado analisados e que reflitam a heterogeneidade do universo de APAs quanto a porte (área), jurisdição (federal/estadual/municipal), contexto de pressão antrópica (fronteira agrícola vs. áreas consolidadas) e instrumentos de gestão (presença/ausência de plano de manejo e conselho gestor). A escolha das APAs foi feita de maneira a abranger quase a totalidade das APAs do Bioma Cerrado, totalizando 112 APAs segundo o SNUC. No entanto, 14 delas apresentaram falta de dados, o que limitou a análise completa. As APAs analisadas estão inseridas em regiões com diferentes históricos de ocupação e intensidade de uso do solo, permitindo a comparação entre contextos com distintos padrões de pressão antrópica e instrumentos de gestão.

### **2. Coleta de dados**

Para a análise da dinâmica de uso e ocupação do solo, foram utilizados dados do projeto MapBiomas (Coleção 8), que fornece informações anuais sobre a cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 e 2022, com resolução de 30 metros. Os dados foram extraídos para cada APA selecionada, utilizando os recortes geoespaciais dos limites legais das unidades. As transições entre classes de uso (por exemplo, de vegetação nativa para pastagem ou agricultura) foram quantificadas ao longo do tempo.

Além disso, foram coletadas informações institucionais relativas às APAs, como:

- presença ou ausência de plano de manejo;
- existência de grupo gestor ativo;

- ano de criação da APA;
- e a unidade federativa (UF) de localização.

Essas variáveis foram obtidas a partir do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), de planos de manejo disponíveis e de documentos oficiais (ICMBio, 2023).

### **3. Análise dos dados**

Os dados coletados foram submetidos a uma análise quali-quantitativa, estruturada em três eixos metodológicos, conforme os objetivos específicos da pesquisa.

Para o primeiro objetivo, que consiste em analisar as taxas de desmatamento e transição de uso do solo nas APAs do Cerrado ao longo do tempo, foram utilizadas técnicas de séries temporais, aplicadas aos dados da Coleção 8 do MapBiomas (1985–2022). Essa abordagem permitiu a visualização gráfica e a quantificação das mudanças ao longo das décadas, com foco especial na conversão de áreas de vegetação nativa para usos agropecuários. As análises foram realizadas por meio da agregação temporal das classes de uso, identificando tendências e picos de transição.

Para o segundo objetivo, que visa comparar a dinâmica de transição nas APAs com o restante do bioma Cerrado, foi empregado o teste de correlação de Spearman, a fim de avaliar a existência de associação estatística entre os padrões de transição de uso do solo nas APAs e no bioma como um todo. Essa técnica não paramétrica foi adotada devido à natureza ordinal dos dados e à ausência de distribuição normal, sendo adequada para medir relações monotônicas entre séries temporais (KENDALL, 1975).

Para atender ao terceiro objetivo do estudo — avaliar o efeito de fatores institucionais e regionais sobre as taxas de desmatamento nas Áreas de Proteção Ambiental (APAs) do Cerrado — foi conduzida uma análise estatística multivariada estruturada em dois procedimentos complementares.

Primeiramente, foram ajustados Modelos Lineares Generalizados (GLMs) com família gaussiana, tendo como variável dependente a taxa média de desmatamento no período analisado. As variáveis independentes incluíram:

- x1: faixa de períodos (1985–1995, 1996–2005, 2006–2015, 2016–2022);
- x2: presença ou ausência de grupo gestor (variável binária);
- x3: presença ou ausência de plano de manejo (variável binária);

- x4: estado federativo ao qual a APA pertence.

Essas variáveis foram codificadas como fatores categóricos e o modelo foi implementado no ambiente estatístico R (versão 4.3). Os resultados foram avaliados com base nos valores de  $p$  ( $\Pr(>|t|)$ ) e no  $R^2$  ajustado, adotando-se nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ).

Complementarmente, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) como técnica adicional para testar a significância estatística dos coeficientes das variáveis explicativas. A ANOVA permitiu avaliar se as diferenças nas taxas de desmatamento e nas transições de uso da terra entre os grupos definidos por x1 a x4 eram estatisticamente significativas.

Essa modelagem estatística integrada — combinando GLMs e ANOVA — contribuiu para uma análise robusta e sensível, permitindo identificar com maior precisão a influência dos fatores institucionais e regionais sobre os processos de desmatamento e transformação do uso do solo no contexto das APAs do Cerrado.

#### **4.Limitações da pesquisa**

Embora os dados do Projeto MapBiomas e do SNUC sejam robustos, é importante reconhecer suas limitações. As imagens Landsat podem ter resolução espacial limitada para capturar mudanças de pequena escala. A cobertura temporal pode variar em termos de qualidade e consistência, o que pode afetar a precisão das análises. Além disso, a disponibilidade de dados específicos sobre cada APA pode variar, introduzindo vieses na análise. A falta de dados completos para algumas APAs também limita a abrangência dos resultados, restringindo a análise de certas regiões e períodos.

Outra limitação significativa foi a impossibilidade de realizar análises *in loco* de cada uma das APAs. A verificação em campo é essencial para validar os dados remotos e obter uma compreensão mais detalhada das condições locais, práticas de manejo e pressões antrópicas específicas. A ausência de visitas *in loco* pode resultar em uma interpretação menos precisa das dinâmicas de uso do solo e da eficiência das APAs.

Os gráficos e tabelas gerados foram utilizados para visualizar e interpretar os resultados da análise. Gráficos de séries temporais mostraram as mudanças nas taxas de transição ao longo do tempo, enquanto tabelas detalharam a

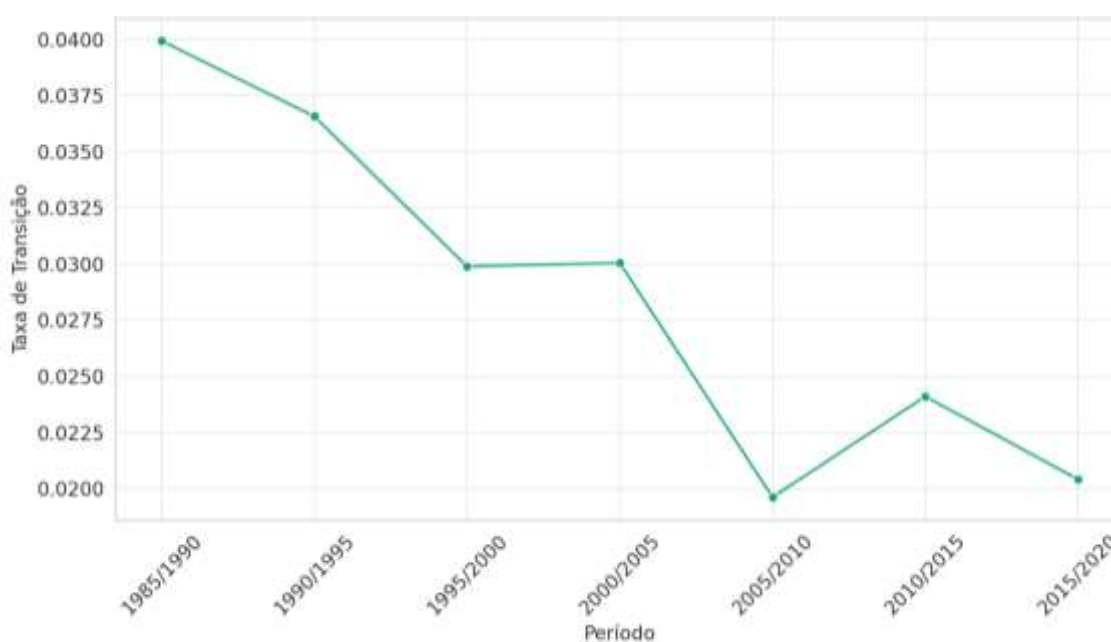
distribuição das APAs por estado, classificação e tamanho, além de apresentar as taxas médias de desmatamento por estado e faixa de tamanho das UCs.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1 Panorama histórico da conversão no Cerrado (1985–2020)

A dinâmica de conversão da vegetação nativa para usos agropecuários no bioma Cerrado ao longo do tempo pode ser observada na Figura 1, que apresenta as taxas de transição florestal para atividades agropecuárias entre os períodos de 1985 e 2020.

Figura 1 – Taxa de transição da vegetação nativa para uso agropecuário no bioma Cerrado entre 1985 e 2020.



Fonte: do autor, 2024.

A curva indica um início com taxas elevadas no quinquênio de 1985–1990 (em torno de 4%), seguido de um declínio progressivo até o período de 1995–2000. Notavelmente, há um leve aumento no intervalo de 2000–2005, possivelmente refletindo a intensificação da expansão agrícola nos primeiros anos do século XXI. Após esse pico, observa-se uma tendência de queda contínua até 2020, embora com leve oscilação entre 2010–2015.

Esse comportamento pode estar associado a diferentes fatores históricos e políticos. O período inicial, especialmente até o final da década de 1990, reflete o legado de políticas expansionistas, como o POLOCENTRO e os incentivos ao agronegócio (CANEDO; RODRIGUES; FARIA, 2020). Já a queda observada a partir de 2005 pode ser interpretada como resultado de maior

regulação ambiental, fortalecimento das políticas de conservação e avanço nos sistemas de monitoramento via sensoriamento remoto, como o PRODES Cerrado e o DETER.

A oscilação entre 2010 e 2015 pode indicar a influência de variações econômicas ou instabilidades institucionais sobre o ritmo da conversão territorial. Ainda assim, o declínio final (2015–2020) sugere uma possível estabilização das taxas de transição, possivelmente refletindo a consolidação de práticas conservacionistas em algumas regiões, embora sem interromper totalmente o avanço da fronteira agropecuária.

A ocupação intensiva do bioma Cerrado foi fortemente orientada por políticas públicas com viés desenvolvimentista, notadamente a partir da década de 1970, quando o governo federal passou a implementar incentivos fiscais, ampliar o crédito rural e fomentar o financiamento agrícola. Essas medidas, associadas à infraestrutura existente em regiões do Centro-Oeste, favoreceram a expansão das atividades agropecuárias, impulsionadas pelo Programa de Desenvolvimento do Cerrado (Polocentro), cuja finalidade era integrar economicamente áreas consideradas “subutilizadas” por meio da conversão de vegetação nativa em monoculturas e pastagens (CANEDO; RODRIGUES; FARIA, 2020).

Como resultado dessa política de ocupação, observa-se que o Cerrado já havia perdido aproximadamente 45% de sua cobertura vegetal original em 2013, segundo dados do TerraClass Cerrado. Além disso, o avanço da fronteira agrícola continuou nas décadas seguintes, com aumento de 9,3% nas áreas desmatadas apenas entre 2016 e 2017, e projeções indicam que, até 2030, cerca de 3,1 milhões de hectares podem ser legalmente convertidos para uso agropecuário (BRASIL, 2015; CANEDO; RODRIGUES; FARIA, 2020).

Estudos apontam que as políticas de incentivo à agropecuária promoveram, ao longo dos últimos cinquenta anos, uma rápida e intensa transformação do uso do solo no Cerrado, especialmente em regiões com solos férteis e próximas de centros consumidores, como destacado por Miziara (2006). Essa ocupação nem sempre foi acompanhada de práticas adequadas de manejo, favorecendo a degradação ambiental, inclusive com o surgimento de processos erosivos significativos, como observado na bacia do rio Araguaia (CASTRO, 2017).

Tais dinâmicas indicam que a expansão agrícola no Cerrado tem provocado impactos ambientais expressivos, o que reforça a importância de instrumentos de regulação e proteção, como as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), cuja eficácia no controle do desmatamento se torna central para as discussões sobre conservação e sustentabilidade no bioma.

## **2.2 APAs versus restante do bioma: sincronismo e diferenças**

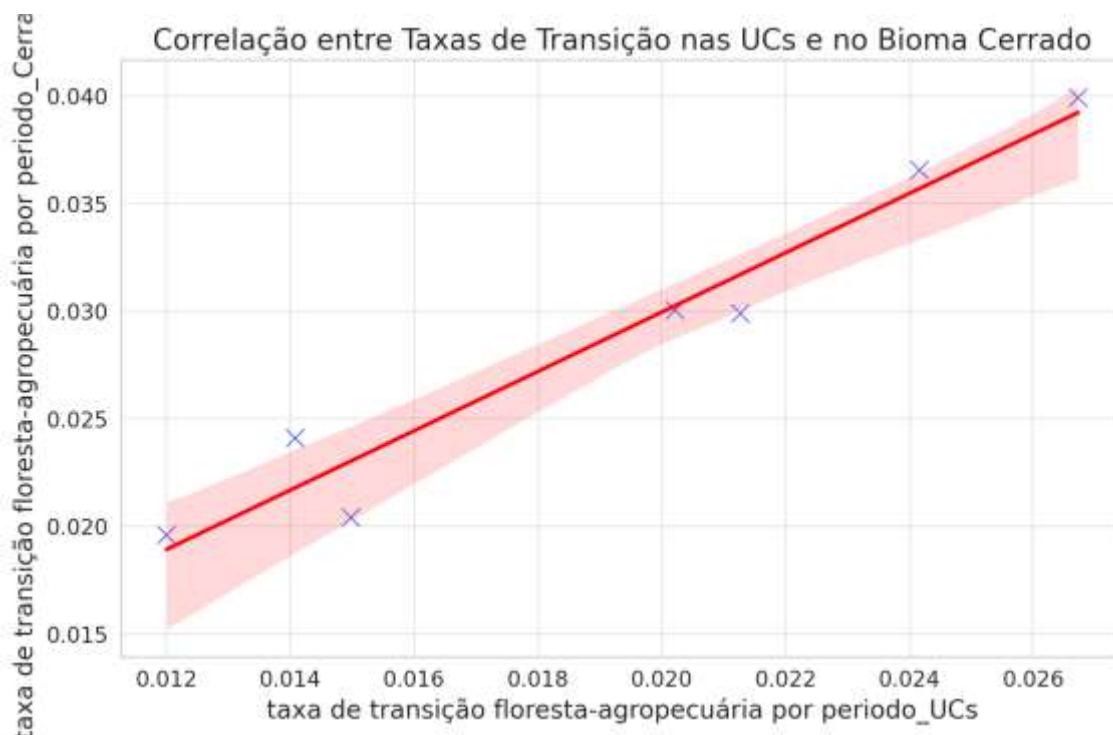
A correlação de Spearman ( $\rho$ ) na figura 2 foi empregada como procedimento exploratório para avaliar associações monotônicas entre as trajetórias anuais de conversão nas APAs e séries de referência (e/ou variáveis institucionais), evitando o pressuposto de linearidade estrita e a exigência de normalidade das distribuições. Como medida baseada em postos, Spearman é robusta a assimetrias e a outliers moderados, sendo recomendada em dados ambientais com heterogeneidade entre unidades e anos (CONOVER, 1999; WILKS, 2011). Além disso, há evidências de que correlações de postos mantêm desempenho estável sob violação de normalidade e transformações monotônicas, o que reforça sua adequação na fase exploratória deste estudo (BISHARA; HITTNER, 2012).

Para lidar com questões típicas de séries temporais, adotou-se o cuidado de remover tendências comuns (primeiras diferenças/detrending) antes de correlacionar séries agregadas no tempo, reduzindo o risco de correlações espúrias; na presença de dependência serial residual, a inferência foi apoiada por erros-padrão/intervalos ajustados (correção HAC/Newey–West), prática recomendada quando há autocorrelação e heterocedasticidade (PYPER; PETERMAN, 1998; NEWAY; WEST, 1987; WILKS, 2011). Em situações com empates nos postos (valores repetidos) e amostras grandes, a interpretação de Spearman mantém-se válida; como robustez, a literatura sugere o reporte complementar de Kendall tau-b, menos sensível a empates e amostras com muitos valores coincidentes (KENDALL, 1970; KENDALL; GIBBONS, 1990).

Assim Figura 2 ilustra a relação estatística entre as taxas de transição de floresta para uso agropecuário nas Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e as observadas no bioma Cerrado como um todo. A correlação positiva significativa ( $\rho = 0,92$ ) revela uma tendência paralela entre os padrões de desmatamento dentro dessas Unidades de Conservação (UCs) de uso sustentável e no

restante do bioma. Esse achado levanta reflexões sobre a eficácia das APAs na contenção do desmatamento e reforça preocupações já identificadas em estudos anteriores sobre os limites estruturais e operacionais dessas unidades para o enfrentamento das pressões antrópicas no Cerrado.

Figura 2 – Correlação entre as taxas de transição de floresta para agropecuária nas Áreas de Proteção Ambiental e no bioma Cerrado, no período de 1985 a 2020



Fonte: do autor, 2024.

A similaridade entre os padrões de desmatamento em áreas protegidas e não protegidas indica que as medidas de regulação ambiental implementadas nas APAs podem não estar surtindo os efeitos esperados na conservação dos recursos naturais. A literatura aponta que, apesar de sua extensão e potencial para integrar corredores ecológicos, muitas APAs carecem de estrutura de gestão, plano de manejo e mecanismos de fiscalização eficientes.

De fato, segundo Benjamin (2022), mesmo as grandes unidades de conservação sofrem com o isolamento ecológico, fragmentação territorial e ausência de conectividade funcional, tornando ineficaz a proteção da biodiversidade apenas com a delimitação física das unidades. O autor destaca ainda que o modelo ecossistêmico adotado pelo Sistema Nacional de Unidades

de Conservação (SNUC) requer ações integradas para a manutenção da integridade ecológica e cultural dos territórios protegidos.

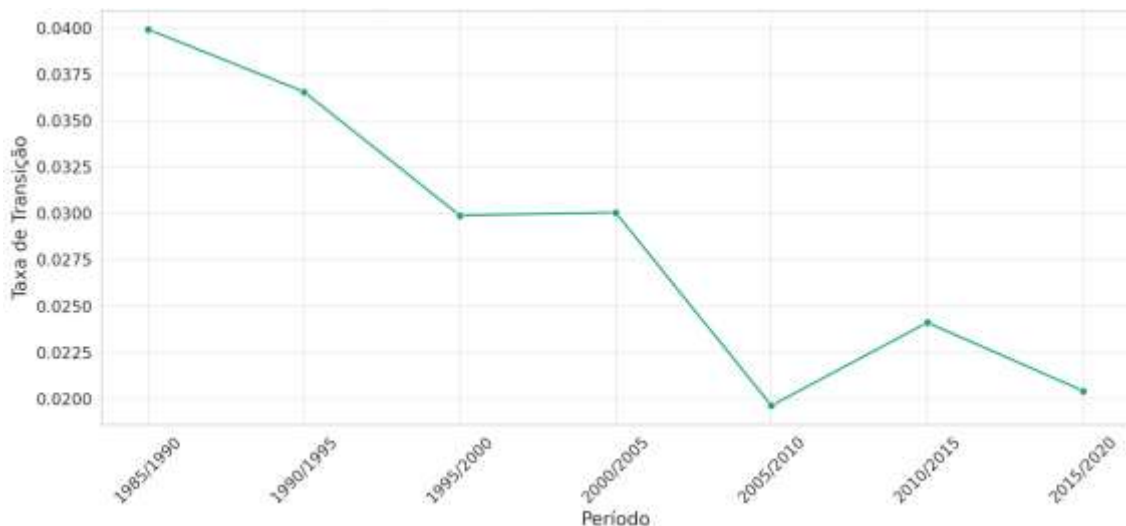
Adicionalmente, a literatura sobre o Cerrado evidencia que a conversão da vegetação nativa tem sido impulsionada por políticas públicas agrícolas/arranjos institucionais e pela valorização do agronegócio, com destaque para a expansão de soja e milho e da pecuária de corte (Calmon, 2022; Rausch et al., 2019; Zalles et al., 2019; zu Ermgassen et al., 2020; Strassburg et al., 2017. Esse avanço, viabilizado por biotecnologias e crédito rural subsidiado, contribuiu para a substituição da biodiversidade por agrobiodiversidade, afetando ecossistemas e saberes tradicionais.

Calaça (2010) já apontava que tal expansão comprometeu o modo de vida das comunidades tradicionais e induziu a dependência de insumos controlados por empresas transnacionais, agravando desigualdades sociais e ecológicas. Nesse contexto, as APAs, ao permitirem atividades econômicas sob diretrizes sustentáveis, acabam, em muitas situações, sendo incapazes de frear os avanços predatórios do setor agropecuário.

Portanto, a elevada correlação entre os padrões de transição nas APAs e no restante do Cerrado evidencia a urgência de reformular a abordagem de gestão dessas unidades. Medidas como fortalecimento institucional, integração com políticas de ordenamento territorial e ampliação de mecanismos de monitoramento e controle social podem aumentar a eficácia das APAs como instrumentos de conservação sustentável.

O gráfico da Figura 3 apresenta a evolução das taxas de transição de floresta para agropecuária no bioma Cerrado, entre os anos de 1985 e 2020. Observa-se uma tendência de redução dessas taxas ao longo do tempo, com variações associadas a diferentes conjunturas políticas e econômicas. De forma destacada, verifica-se uma queda acentuada após o período de 1995-2000, o que coincide temporalmente com a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985/2000, que estabeleceu diretrizes para a conservação da natureza por meio de categorias de unidades de conservação, incluindo as Áreas de Proteção Ambiental – APAs (BENJAMIN, 2022).

Figura 3: Evolução das Taxas de Transição de Floresta para Agropecuária no Bioma Cerrado, entre 1985 e 2020



Fonte: do autor, 2024.

A menor taxa de transição do período analisado ocorre entre 2005 e 2010, período que sucede a implementação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado (PPCerrado), lançado em 2004. Conforme Lima et al. (2016), esse plano representou uma resposta institucional mais efetiva no combate ao desmatamento no bioma, influenciando diretamente a queda observada nas taxas de conversão do uso do solo.

Após 2010, verifica-se um leve aumento na taxa de transição até 2015, seguido por nova redução no período de 2015-2020. Este último intervalo coincide com os compromissos internacionais firmados pelo Brasil no Acordo de Paris, em 2015, que podem ter influenciado positivamente as ações de controle e monitoramento ambiental (CUNHA; REIS; ALBUQUERQUE, 2017). No entanto, ressalta-se que tais variações não devem ser atribuídas exclusivamente às políticas ambientais, uma vez que fatores econômicos, como a valorização de commodities agrícolas, mudanças no mercado internacional e dinâmicas regionais, também influenciam os padrões de ocupação do Cerrado (SILVA; SILVA; SOUZA, 2022; CALAÇA, 2010).

A Tabela 1 sistematiza a possível associação entre políticas públicas e os períodos com maiores ou menores taxas de transição, permitindo uma visão comparativa entre os marcos regulatórios e seus possíveis efeitos sobre o ritmo de conversão da vegetação nativa.

Tabela 1 – Relação entre Políticas Públicas e Variação nas Taxas de Transição Florestal-Agropecuária no Bioma Cerrado, entre 1985 e 2020

<b>PERÍODO</b>	<b>TAXA DE TRANSIÇÃO</b>	<b>POLÍTICAS INFLUENTES</b>
1985–1990	Alta	Incentivos fiscais e POLOCENTRO
2000–2005	Alta	Expansão da agricultura tecnificada
2005–2010	Baixa	PPCerrado
2010–2015	Moderada	Novo código Florestal
2015–2020	Leve redução	Acordo de Paris (2015)

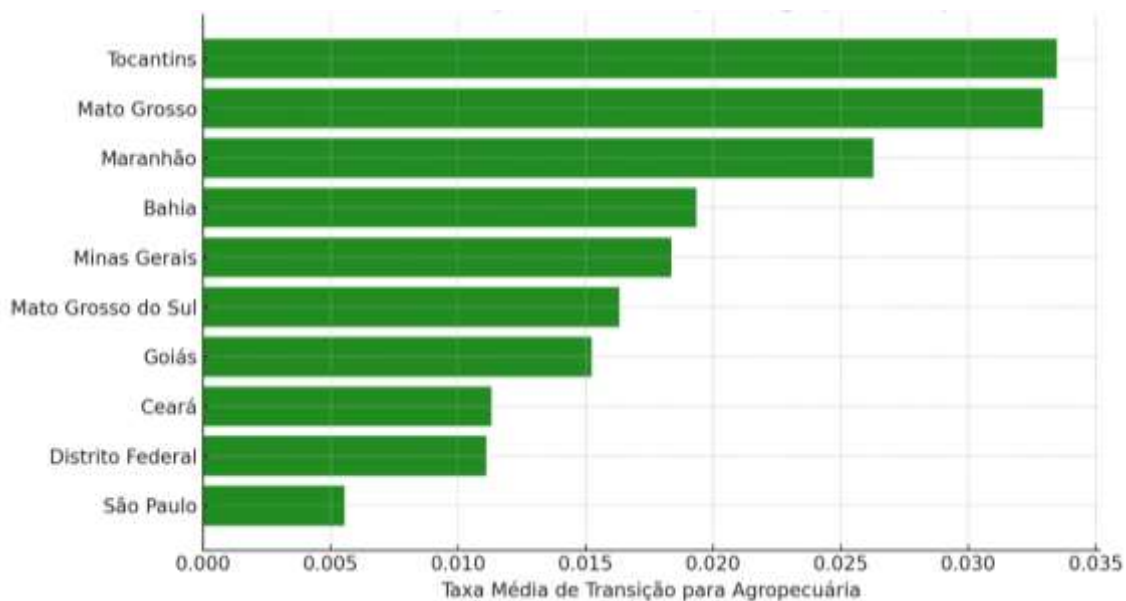
Fonte: do autor (2024).

Ainda que a correlação entre políticas públicas e as taxas de transição ofereça evidências sugestivas, é importante reforçar que correlação não implica causalidade. As análises indicam tendências e padrões, mas não podem, por si só, comprovar uma relação direta de causa e efeito. Fatores como a atuação de grupos gestores, a existência de planos de manejo, a fiscalização ambiental, a conjuntura econômica e o contexto político em cada período também precisam ser considerados para uma interpretação mais robusta (MEDEIROS; IRVING, 2009; BRITO; MERTENS; VANDEWALLE, 2017).

Portanto, os dados apontam para a relevância das políticas públicas de conservação no condicionamento das dinâmicas territoriais no Cerrado, ao mesmo tempo em que reforçam a necessidade de políticas integradas que articulem ações de comando e controle, incentivos econômicos, instrumentos de planejamento territorial e participação social.

A análise da taxa média de transição de floresta para agropecuária nas Áreas de Proteção Ambiental (APAs) do Cerrado figura 4 revela importantes variações espaciais entre os estados. Esses resultados permitem compreender melhor as dinâmicas territoriais que influenciam o processo de conversão do uso do solo no bioma.

Figura 4 – Taxas Médias de Transição Florestal-Agropecuária nas APAs do Cerrado por Estado Brasileiro (1985–2020)



*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.*

Os estados do Tocantins (3,3%) e Mato Grosso (3,2%) apresentaram as maiores taxas médias de transição no período analisado. Em seguida, estão o Maranhão (2,6%) e a Bahia (1,9%). Os estados com as menores taxas médias são Minas Gerais (1,8%), Mato Grosso do Sul (1,6%), Goiás (1,5%), Ceará (1,1%), Distrito Federal (1,1%) e, por fim, São Paulo, com a menor taxa média de transição (0,05%).

Essas variações entre os estados podem refletir múltiplos fatores, incluindo:

- diferenças na efetividade da gestão ambiental estadual;
- presença (ou ausência) de planos de manejo ou grupos gestores atuantes nas APAs;
- intensidade da pressão antrópica decorrente do agronegócio;
- e especificidades quanto à cobertura vegetal remanescente, infraestrutura e políticas públicas regionais.

Essa distribuição espacial das taxas sugere que os estados com maior avanço da fronteira agrícola no Cerrado, como Tocantins e Mato Grosso, continuam a desempenhar papel central nos processos de desmatamento, conforme apontam estudos anteriores sobre a dinâmica do uso do solo no Cerrado (SILVA et al., 2021; DUARTE & THEODORO, 2002; CALAÇA, 2010).

### **2.3 Instrumentos de gestão: plano de manejo e conselho gestor**

A Tabela 2 apresenta a distribuição das Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Federais, Estaduais e municipais com planos de manejo aprovados nos estados que compõem o bioma Cerrado. Goiás e Minas Gerais lideram com sete APAs cada dotadas de plano de manejo, seguidos por Mato Grosso do Sul com cinco. Bahia, Distrito Federal e Mato Grosso aparecem com duas APAs cada, enquanto Ceará, São Paulo e Tocantins apresentam apenas uma APA com plano de manejo.

Tabela 2 – Quantidade de Áreas de Proteção Ambiental (APAs) com Plano de Manejo por Estado do Bioma Cerrado (2024)

<i>Estado</i>	<i>Número de APAs com Plano de Manejo</i>
<i>Goiás</i>	7
<i>Minas Gerais</i>	7
<i>Mato Grosso do Sul</i>	5
<i>Bahia</i>	2
<i>Distrito Federal</i>	2
<i>Mato Grosso</i>	2
<i>Ceará</i>	1
<i>São Paulo</i>	1
<i>Tocantins</i>	1

*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.*

Esses dados evidenciam disparidades significativas na implementação de instrumentos de gestão ambiental no Cerrado. A existência de planos de manejo é um dos pilares centrais para a efetividade das unidades de conservação de uso sustentável, como as APAs, pois estabelece diretrizes claras para o uso e a conservação dos recursos naturais, compatibilizando proteção ambiental com atividades humanas sustentáveis (BRASIL, 2002; BENJAMIN, 2022).

A ausência ou a fragilidade desses planos compromete diretamente a governança ambiental, dificultando ações de fiscalização, monitoramento e participação social, além de impactar negativamente na capacidade de enfrentamento das pressões antrópicas sobre os recursos naturais (MEDEIROS et al., 2011; MACHADO et al., 2018). Segundo Medeiros et al. (2011), o simples reconhecimento legal de uma UC sem um plano de manejo efetivo pode gerar uma falsa sensação de proteção, quando, na prática, a biodiversidade continua desprotegida.

Além disso, a presença de planos de manejo está frequentemente associada à existência de conselhos gestores atuantes, instrumentos importantes para a gestão participativa e integração de diferentes setores da sociedade civil e do

poder público na tomada de decisões sobre o território (MMA, 2018; CALAÇA, 2010). Estados com maior número de APAs com planos de manejo, como Goiás e Minas Gerais, tendem a apresentar melhores indicadores de institucionalidade, capacidade técnica e política de execução de diretrizes ambientais.

Por outro lado, a baixa presença de planos de manejo em estados como Tocantins, São Paulo e Ceará indica fragilidades estruturais ou institucionais, e demanda ações prioritárias para o fortalecimento da gestão ambiental, sobretudo diante das crescentes pressões do agronegócio, da especulação fundiária e da expansão urbana no Cerrado (SILVA; SILVA; SOUZA, 2022; DUARTE; THEODORO, 2002).

A análise da taxa média de desmatamento em Áreas de Proteção Ambiental (APAs) segundo a faixa de tamanho como mostra a tabela 3, revela uma tendência não linear, destacando importantes nuances relacionadas à vulnerabilidade e à efetividade da gestão territorial. As APAs com tamanho entre 50 mil e 100 mil hectares apresentaram a maior taxa média de desmatamento (0,034), enquanto aquelas na faixa entre 100 mil e 150 mil hectares registraram a menor taxa (0,012). Unidades muito pequenas (0–50 mil ha) e muito grandes (acima de 300 mil ha) mostraram taxas intermediárias, indicando que o tamanho por si só não garante maior proteção ambiental.

Tabela 3 – Taxa média de desmatamento por faixa de tamanho das APAs no Cerrado (1985–2020)

<i>Faixa de Tamanho das UCs (hectares)</i>	<i>Taxa Média de Desmatamento(%)</i>
<i>50.000-100.000</i>	3,4%
<i>250.000-300.000</i>	2,1%
<i>300.000+</i>	1,8%
<i>0-50.000</i>	1,8%
<i>200.000-250.000</i>	1,5%
<i>150.000-200.000</i>	1,3%
<i>100.000-150.000</i>	1,2%

*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.*

Essa relação complexa sugere que, além da escala espacial, outros fatores como pressão antrópica local, proximidade de fronteiras agrícolas, fragilidade institucional e carência de recursos para gestão desempenham papel determinante na dinâmica de conservação (MEDEIROS et al., 2011; DUARTE; THEODORO, 2002). Conforme Benjamin (2022), embora a legislação

recomende que as APAs sejam extensas, grandes unidades, quando mal geridas ou isoladas, também podem sofrer pressões significativas, especialmente se não inseridas em redes ecológicas funcionais com corredores e zonas de amortecimento adequadas.

Complementarmente, os dados de correlação reforçam a importância institucional e gerencial na efetividade das APAs. Foi observada uma correlação positiva moderada (0,367) entre APAs federais e a presença de plano de manejo, sugerindo que esse tipo de classificação institucional tende a concentrar maior capacidade técnica e administrativa. Essa relação é corroborada por Silva (2000), ao destacar que o processo de institucionalização das políticas públicas ambientais no Brasil historicamente favoreceu a atuação federal em detrimento de esferas municipais, que enfrentam sérias limitações financeiras e técnicas.

A correlação entre Plano de Manejo e presença de gestão ativa (0,681) é particularmente expressiva, indicando que a existência de um plano de manejo é o principal determinante da operacionalização da gestão territorial nas APAs. Conforme Bensusan (2006), os planos de manejo são instrumentos estruturantes que organizam o território e orientam ações de conservação, fiscalização e uso sustentável dos recursos naturais. Em sua ausência, prevalecem a descontinuidade das ações, a sobreposição de usos e a maior exposição a pressões externas, como o avanço do agronegócio e da mineração (SILVA; SILVA; SOUZA, 2022).

Além disso, a análise mostra correlações negativas entre APAs municipais e a presença de plano de manejo e gestão ativa, revelando fragilidade dessas unidades frente às federais e estaduais. Isso reforça as constatações de Braga (1998) e Calaça (2010), que evidenciam como a descentralização da gestão ambiental nem sempre é acompanhada da devida capacitação e estruturação institucional, especialmente em áreas de interesse econômico estratégico no Cerrado.

Esses achados, portanto, reiteram a necessidade de articulação entre tamanho, planejamento e governança. A simples ampliação da extensão territorial das APAs não garante sua efetividade se não houver a devida estrutura de gestão e envolvimento dos atores sociais e institucionais. Como reforça Benjamin (2022, p. 18), a dispersão territorial, a diversidade dominial e

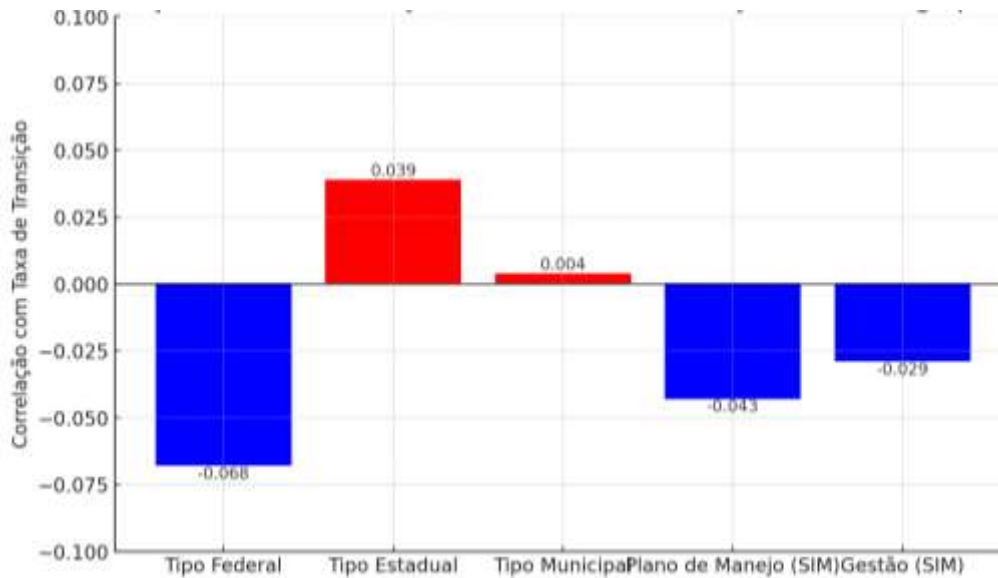
a ausência de corredores ecológicos tornam complexa a gestão integrada das APAs, exigindo uma abordagem intersetorial, sistêmica e territorializada para sua efetiva conservação.

A comparação entre a classificação da APA, a presença de Plano de Manejo, a Gestão e as taxas de transição floresta-agropecuária revela que existe uma correlação negativa leve (-0,068) entre APAs Federais e a taxa de transição, sugerindo que essas unidades podem apresentar desempenho ligeiramente superior no controle do desmatamento em relação a outras classificações. Por outro lado, APAs Estaduais exibem uma correlação positiva leve (0,039), enquanto APAs Municipais não apresentam correlação significativa (0,004), indicando que a classificação municipal não revela uma tendência clara de controle do uso da terra.

Na figura 5 a presença de Plano de Manejo exibe uma correlação negativa leve (-0,043) com a taxa de transição, o que sugere que esse instrumento pode estar associado a maior capacidade de planejamento e controle do uso do solo. A presença de gestão ativa, por sua vez, também mostra correlação negativa leve (-0,029), indicando uma tendência de melhores resultados naquelas APAs que contam com estrutura institucional de gestão.

Apesar das correlações identificadas na figura 5 serem fracas, elas corroboram achados anteriores que apontam a importância da estrutura institucional e do planejamento para a efetividade das unidades de conservação de uso sustentável (MEDEIROS et al., 2011; LOPES et al., 2019). Segundo Brasil (2019), a ausência de gestão ativa e de instrumentos como o Plano de Manejo é um dos principais entraves à efetividade das APAs. Ainda que esses elementos não sejam suficientes por si só, sua ausência tende a enfraquecer a capacidade de enfrentamento às pressões antrópicas sobre o território.

Figura 5 – Correlação entre Classificação das APAs, Presença de Plano de Manejo, Gestão e a Taxa de Transição Florestal-Agropecuária no Cerrado (1985–2020)

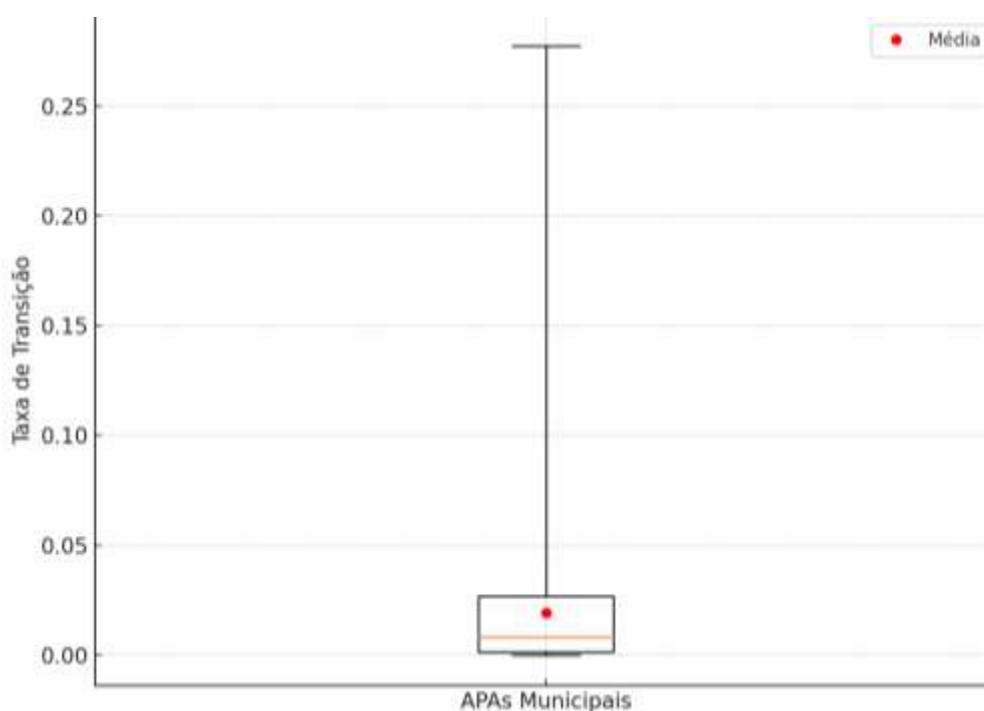


Fonte: do autor, 2024.

A Figura 6 ilustra a variação das taxas de transição de floresta para agropecuária especificamente nas APAs Municipais. Os dados indicam uma taxa média de transição de 0,01918 (1,92%), com desvio padrão de 0,03009, apontando considerável dispersão entre as unidades analisadas. O primeiro quartil ( $Q1 = 0,00153$ ) indica que 25% das APAs municipais apresentaram taxas inferiores a 0,15%, enquanto a mediana foi de 0,00813 (0,81%) e o terceiro quartil ( $Q3 = 0,02686$ ) mostra que 75% das unidades ficaram abaixo de 2,69%. O valor máximo registrado foi de 0,27735, revelando casos extremos de elevado desmatamento.

Figura 6 – Boxplot da Taxa de Transição Florestal-Agropecuária nas APAs Municipais (1985–2020)

<i>Faixa de Tamanho das APAs (ha)</i>	<i>Taxa Média de Desmatamento(%)</i>	<i>Número de APAs com Plano de Manejo</i>
---------------------------------------	--------------------------------------	---



Fonte: do autor, 2024.

A heterogeneidade observada está em consonância com estudos que destacam a fragilidade institucional das APAs municipais frente a outros tipos de UC, especialmente no que tange à governança, financiamento e instrumentos de planejamento (LIMA et al., 2020). Em muitos casos, essas unidades carecem de infraestrutura mínima e apoio técnico, o que compromete sua efetividade (MMA, 2021).

A tabela 4 mostra que APAs municipais com área entre 50 mil e 100 mil hectares apresentaram a maior taxa média de desmatamento (0,05368). Já as menores que 50 mil hectares apresentaram taxa de 0,01868, e aquelas entre 100 mil e 150 mil hectares registraram 0,01436. As demais faixas (acima de 150 mil hectares) não apresentaram dados disponíveis, sugerindo que essas dimensões não são comuns entre APAs municipais.

<i>0–50.000</i>	1,86%	3
<i>50.000–100.000</i>	5,36%	0
<i>100.000–150.000</i>	1,43%	4
<i>150.000–200.000</i>	N	0
<i>200.000–250.000</i>	N	0
<i>250.000–300.000</i>	N	0
<i>300.000+</i>	N	0

Tabela 4 – Distribuição da Taxa Média de Transição Florestal-Agropecuária em APAs Municipais por Faixa de Tamanho (1985–2020)

Fonte: do autor, 2024.

A ausência de Planos de Manejo nas APAs mais afetadas (50k–100k ha) reforça a hipótese de que o tamanho, aliado à ausência de planejamento, contribui para maior vulnerabilidade ao desmatamento. Isso é coerente com o que apontam Fonseca e Rodrigues (2021), que destacam a correlação entre estrutura de gestão e redução das pressões ambientais, particularmente em UCs de uso sustentável.

A análise também mostra que há três APAs municipais com Plano de Manejo na faixa de 0–50k ha e 4 na faixa de 100k–150k ha, mas nenhuma entre 50k–100k ha. Essa lacuna é crítica, considerando que é justamente nesta faixa que ocorrem os maiores índices de desmatamento. A ausência de planejamento e de gestão efetiva nesse grupo evidencia uma lacuna estrutural relevante (BRASIL, 2018).

A Tabela 5 revela um padrão importante na distribuição de APAs municipais em relação ao seu tamanho e à existência de Planos de Manejo. Observa-se que a maioria das APAs municipais está concentrada na faixa de 0–50 mil hectares, com 31 unidades, mas apenas 3 delas possuem Plano de Manejo. Já na faixa entre 100k–150k hectares, todas as quatro APAs existentes possuem planos formalizados. Isso sugere uma correlação positiva entre o porte das unidades e a adoção de instrumentos de planejamento, embora os dados sejam limitados para faixas superiores a 150k hectares.

Tabela 5 – Número de APAs municipais com Plano de Manejo por faixa de tamanho (ha)

<b><i>Faixa de Tamanho (ha)</i></b>	<b><i>Total de APAs Municipais</i></b>	<b><i>Com Plano de Manejo</i></b>
<i>0–50.000</i>	31	3
<i>50.000–100.000</i>	1	0
<i>100.000–150.000</i>	4	4
<i>150.000–200.000</i>	0	0

<i>200.000–250.000</i>	0	0
<i>250.000–300.000</i>	0	0
<i>300.000+</i>	0	0

Fonte: do autor, 2024.

A ausência de APAs municipais com Plano de Manejo na faixa entre 50k–100k hectares é particularmente preocupante, dado que, conforme demonstrado anteriormente, essas áreas apresentaram as maiores taxas médias de desmatamento (0,05368). Esse achado reforça o argumento de que a existência de instrumentos normativos e diretrizes técnicas, como o Plano de Manejo, pode atuar como fator mitigador do avanço do desmatamento, mesmo em contextos de pressão antrópica elevada (BRASIL, 2000; RODRIGUES et al., 2022).

Planos de Manejo, como estabelecido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), são fundamentais para o ordenamento do uso do solo e o planejamento das atividades sustentáveis dentro de unidades de conservação (BRASIL, 2000). Em consonância, estudos como os de Machado et al. (2022) e Viana et al. (2019) reforçam que a eficácia das APAs depende diretamente da existência de gestão estruturada e da aplicação sistemática de instrumentos legais, sobretudo em unidades sob jurisdição municipal, que geralmente apresentam maior vulnerabilidade institucional e menor capacidade técnica-operacional.

Essas observações evidenciam a necessidade de políticas públicas que incentivem a elaboração e implementação de Planos de Manejo, sobretudo nas faixas de tamanho que, embora pequenas, concentram significativa quantidade de APAs municipais e estão mais expostas a processos de uso indevido do solo e degradação ambiental.

A Tabela 6 apresenta um panorama comparativo das taxas médias de transição de floresta para agropecuária no período de 1985 a 2020, revelando diferenças significativas entre os estados que compõem o Cerrado. Observa-se que Tocantins e Mato Grosso lideram com as maiores taxas médias de conversão da cobertura florestal para uso agropecuário, enquanto São Paulo apresenta a menor taxa entre os estados avaliados.

Tabela 6 – Taxa média de transição de floresta para agropecuária por estado (1985–2020)

<i>Estado</i>	<i>Taxa média de transição floresta-agropecuária(%)</i>
---------------	---

<i>Tocantins (TO)</i>	3,34%
<i>Mato Grosso (MT)</i>	3,29%
<i>Maranhão (MA)</i>	2,62%
<i>Bahia (BA)</i>	1,93%
<i>Minas Gerais (MG)</i>	1,83%
<i>Mato Grosso do Sul (MS)</i>	1,63%
<i>Goiás (GO)</i>	1,52%
<i>Ceará (CE)</i>	1,13%
<i>Distrito Federal (DF)</i>	1,11%
<i>São Paulo (SP)</i>	0,55%

Fonte: do autor, 2024.

Essas variações refletem tanto a intensidade da pressão antrópica sobre os recursos naturais como as diferentes estratégias de gestão e governança territorial adotadas por cada estado (BRASIL, 2020; SILVA et al., 2021). Tocantins e Mato Grosso, por exemplo, foram fortemente impactados pelo avanço da fronteira agrícola, intensificado nas décadas de 1990 e 2000, com ênfase na produção de grãos e na expansão da pecuária, o que contribuiu para maiores taxas de desmatamento (SANO et al., 2019; ALMEIDA et al., 2020).

Por outro lado, estados como São Paulo e o Distrito Federal apresentam taxas significativamente menores, possivelmente associadas a um histórico de uso mais consolidado do solo, maior urbanização e políticas ambientais mais consolidadas (RIBEIRO; WALTER, 2008; MACHADO et al., 2017). A heterogeneidade regional evidenciada por esses dados reforça a importância de políticas públicas territorializadas, considerando as especificidades ecológicas, econômicas e institucionais de cada unidade federativa na formulação de estratégias de conservação e desenvolvimento sustentável no Cerrado.

Goiás e Minas Gerais destacam-se com o maior número de APAs que dispõem de Plano de Manejo, somando sete unidades cada, seguidos pelo Mato Grosso do Sul com cinco unidades. Bahia, Distrito Federal e Mato Grosso possuem duas APAs com Plano de Manejo cada, enquanto Ceará, São Paulo e Tocantins apresentam apenas uma unidade com esse instrumento de gestão.

Tabela 7 – Número de APAs com Plano de Manejo por Estado (2024)

<b><i>Estado</i></b>	<b><i>Número de APAs com Plano de Manejo</i></b>
<i>Goiás (GO)</i>	7
<i>Minas Gerais (MG)</i>	7
<i>Mato Grosso do Sul (MS)</i>	5
<i>Bahia (BA)</i>	2
<i>Distrito Federal (DF)</i>	2
<i>Mato Grosso (MT)</i>	2
<i>Ceará (CE)</i>	1

<i>São Paulo (SP)</i>	1
<i>Tocantins (TO)</i>	1

Fonte: do autor, 2024

O Plano de Manejo é um dos principais instrumentos de ordenamento e efetividade das Unidades de Conservação, pois define os objetivos, diretrizes e zoneamentos para o uso sustentável dos recursos naturais e para a conservação da biodiversidade (BRASIL, 2000; BRITO; CARVALHO, 2021). A ausência desse instrumento limita a capacidade de gestão, fiscalização e implementação de ações voltadas à sustentabilidade ecológica e socioeconômica nas APAs.

A presença mais significativa de APAs com Plano de Manejo em estados como Goiás e Minas Gerais pode estar associada à existência de políticas públicas ambientais mais estruturadas e maior capacidade institucional, como indicado por estudos sobre a governança ambiental em UCs do Cerrado (CUNHA; GUIMARÃES, 2018; RAMOS; FONSECA, 2022). Além disso, conforme apontado por Ferreira et al. (2019), estados com maior densidade institucional e participação da sociedade civil tendem a apresentar maior cobertura de instrumentos de planejamento ambiental.

Por outro lado, a baixa implementação de Planos de Manejo em estados como Tocantins e Mato Grosso — que apresentam elevadas taxas de transição de floresta para agropecuária, como evidenciado anteriormente — pode refletir uma lacuna crítica entre a criação legal das APAs e sua efetiva operacionalização como unidades de conservação funcionalmente atuantes (SILVA et al., 2021).

Esse cenário destaca a urgência de ações integradas e investimentos direcionados para a elaboração e implementação de Planos de Manejo, especialmente nas regiões com maiores pressões antrópicas e menor cobertura desse instrumento, garantindo assim maior efetividade na proteção dos recursos naturais do bioma Cerrado.

A Tabela 8 apresenta a quantidade de Áreas de Proteção Ambiental (APAs) distribuídas por estado brasileiro dentro do bioma Cerrado, classificadas conforme sua esfera de criação e gestão — estadual, federal ou municipal.

Tabela 8 – APAs por estado e por classificação: Federal, Estadual ou Municipal (2024)

<i>Estado</i>	<i>Estadual</i>	<i>Federal</i>	<i>Municipal</i>
---------------	-----------------	----------------	------------------

<i>Bahia (BA)</i>	3	1	0
<i>Ceará (CE)</i>	0	1	0
<i>Distrito Federal (DF)</i>	2	1	0
<i>Goiás (GO)</i>	9	3	24
<i>Maranhão (MA)</i>	3	0	2
<i>Minas Gerais (MG)</i>	5	3	3
<i>Mato Grosso do Sul (MS)</i>	2	0	5
<i>Mato Grosso (MT)</i>	4	0	2
<i>São Paulo (SP)</i>	4	0	0
<i>Tocantins (TO)</i>	8	1	0

Fonte: do autor, 2024.

A análise revela disparidades importantes na distribuição das APAs entre os estados do Cerrado. Goiás se destaca com o maior número absoluto de APAs municipais (24), concentrando quase metade do total identificado para essa categoria em todo o conjunto analisado. Essa predominância pode estar relacionada à descentralização de políticas ambientais no estado, ao fortalecimento institucional municipal e à maior disponibilidade de informações sobre a gestão local (FERREIRA et al., 2020).

Por outro lado, estados como Ceará, Distrito Federal, São Paulo e Tocantins não apresentam APAs municipais na base utilizada, o que pode refletir tanto lacunas na institucionalização de unidades municipais quanto deficiências na implementação de políticas locais de conservação (RIBEIRO; MEDEIROS; ARAUJO, 2021).

A predominância de APAs estaduais e federais varia amplamente entre os estados, indicando diferentes estratégias e capacidades institucionais. Estados como Tocantins, Goiás e São Paulo concentram APAs estaduais em maior número, o que, conforme apontado por Araújo et al. (2021), pode estar relacionado ao protagonismo dos governos estaduais na formulação e implementação de políticas públicas voltadas à proteção ambiental em contextos de uso múltiplo.

A presença de APAs federais, por sua vez, é mais homogênea e geralmente vinculada à atuação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), cuja implementação tende a priorizar áreas de relevância nacional para a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (BRITO; CARVALHO, 2021).

Esses dados reforçam a importância de considerar o nível de governança e o contexto institucional na análise da efetividade das APAs, dado que

diferentes esferas administrativas apresentam capacidades desiguais de planejamento, fiscalização e mobilização social (LOPES et al., 2022).

De acordo com o que foi observado até agora, diversos componentes influenciam diretamente a preservação, gestão e manutenção do Cerrado. A partir da análise bibliográfica, a presente discussão aborda os fatores que explicam as diferenças nas taxas de transição e uso do solo no bioma, com destaque para a influência da sazonalidade produtiva, aspectos institucionais, fatores socioeconômicos, distribuição das APAs e suas respectivas capacidades de gestão.

Os componentes temporários do desmatamento no Cerrado estão fortemente associados aos ciclos da produção agrícola e pecuária. Segundo Gonçalves Sales (2023), "os padrões sazonais de desmatamento estão alinhados com as épocas de plantio e colheita de grãos e pastagens, refletindo a forte dependência da economia agrícola". Essa característica confere ao desmatamento um comportamento cíclico, em que os picos ocorrem durante a abertura de áreas para cultivo e manejo intensivo de pastagens (TRIGUEIRO et al., 2020). Tal padrão também é destacado por Schielein e Börner (2018), que apontam que os investimentos em infraestrutura e políticas de crédito rural atuam como indutores de conversão de terras em anos agrícolas favoráveis.

Já os componentes permanentes do desmatamento estão relacionados às características institucionais e normativas locais, como marcos regulatórios e a qualidade da gestão ambiental em cada estado. Luz e Steinke (2022) observam que "as regulamentações ambientais estaduais e a qualidade das instituições responsáveis pela aplicação das leis desempenham um papel crucial nos padrões observados de desmatamento". Essa constatação é reforçada por Moreira et al. (2020), que argumentam que as diferenças na atuação das instituições ambientais refletem-se diretamente na eficácia das políticas públicas e nos níveis de conservação das APAs.

### **3. Qualidade Institucional e Capacidade de Fiscalização**

A qualidade institucional e a capacidade de fiscalização são elementos centrais na análise da efetividade das APAs no Cerrado. Conforme Bragagnollo et al. (2017), "estados com instituições mais robustas e menor grau de corrupção conseguem aplicar de forma mais efetiva as leis ambientais". A

presença de redes de corrupção e a captura institucional por grupos econômicos enfraquecem a aplicação da legislação, tornando as áreas protegidas vulneráveis à degradação (ALMEIDA et al., 2022).

A presença de Planos de Manejo também tem se mostrado um fator determinante para a conservação. Santos e Cherem (2023) afirmam que "APAs com planos de manejo tendem a ser mais efetivas na conservação, reduzindo as taxas de desmatamento em comparação com aquelas sem tais planos". Tal constatação é coerente com os achados de Medeiros (2020), que enfatiza que os planos de manejo são instrumentos fundamentais para guiar ações de conservação, ordenar o uso do solo e viabilizar políticas públicas voltadas à sustentabilidade nas unidades.

### **3.1 Fatores Socioeconômicos e Infraestrutura**

Os fatores socioeconômicos também exercem grande influência sobre os padrões de desmatamento no Cerrado. Segundo Bragança (2018), "estados com menor desenvolvimento econômico podem depender mais de atividades que causam desmatamento, como agricultura e pecuária, devido à necessidade de crescimento econômico e geração de empregos". Essa correlação entre pobreza e pressão sobre os recursos naturais é amplamente documentada, sendo ainda agravada pela ausência de políticas de incentivo à conservação produtiva.

Além disso, a infraestrutura de transporte e o acesso aos mercados constituem elementos que impulsionam a expansão da fronteira agropecuária. Spera et al. (2016) argumentam que "estados com melhor infraestrutura tendem a ter maiores taxas de desmatamento devido à facilidade de escoamento da produção agrícola". De forma semelhante, estudos recentes reforçam que a construção de rodovias e a ampliação da malha logística reduzem os custos de transação para produtores e aumentam o valor das terras, o que estimula sua conversão (BASTOS et al., 2020).

### **3.2 Distribuição Espacial e Temporal das APAs**

A distribuição espacial e temporal das APAs no Cerrado não segue um padrão uniforme, refletindo diferentes critérios de criação, disponibilidade de informações técnicas e contextos políticos e sociais. Segundo Santos e Cherem (2023), "a criação de unidades de conservação no Cerrado foi impulsionada pela necessidade de preservar remanescentes diante do intenso

processo de conversão para outros usos do solo". Muitas APAs são fragmentadas e desconectadas, dificultando a conservação de ecossistemas funcionais e o fluxo gênico entre populações (MORAN; SOARES-FILHO, 2015).

A implementação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) em 2000 promoveu uma intensificação na criação de APAs no bioma. No entanto, a efetividade dessas áreas continua heterogênea. Morales e Laurini (2024) observam que "as APAs federais tendem a ter maior probabilidade de possuir planos de manejo e gestão ativa, comparadas às estaduais ou municipais". Dados extraídos dos Planos de Manejo analisados nesta pesquisa também sugerem que a governança federativa favorece estruturas institucionais mais estáveis e dotadas de capacidade técnica e orçamentária (LIMA et al., 2020).

### **3.3 Efetividade das APAs e Pressões Antrópicas**

Apesar de sua relevância para a conservação da biodiversidade, muitas APAs no Cerrado enfrentam pressões antrópicas intensas. Como observado por Dudley et al. (2014), "as áreas protegidas continuam a mostrar evidências de sua contribuição para a conservação de diversos ecossistemas terrestres". Contudo, sua efetividade é condicionada por fatores como o tamanho da unidade, conectividade ecológica e, principalmente, a existência de instrumentos de planejamento e fiscalização ativa.

Santos e Cherem (2023) destacam que "muitos fragmentos de APAs são pequenos e isolados", o que limita sua capacidade de manter populações viáveis de espécies e de prestar serviços ecossistêmicos. A presença de Planos de Manejo está associada a uma redução nas taxas de transição. Segundo Morales e Laurini (2024), "a presença de um plano de manejo exhibe uma correlação negativa leve com a taxa de transição, sugerindo que a gestão ativa pode ajudar a reduzir o desmatamento".

Contudo, como afirmam Nogueira et al. (2020), "a existência de planos de manejo por si só não garante a efetividade da conservação se não houver financiamento adequado, capacitação técnica e participação social efetiva no processo de gestão".

## **4. Influência de fatores institucionais e regionais nas taxas de desmatamento**

A compreensão da efetividade das APAs no Cerrado exige não apenas a observação descritiva das taxas de conversão, mas também a investigação dos fatores que ajudam a explicá-las. Para isso, esta seção apresenta os resultados de uma análise de regressão multivariada, a qual permitiu identificar como variáveis institucionais (como a presença de plano de manejo e conselho gestor) e regionais (unidade federativa e período) influenciam a dinâmica de transição da vegetação nativa para a agropecuária. Os resultados discutidos a seguir evidenciam os efeitos relativos de cada fator e a magnitude de sua contribuição para as diferenças observadas entre as APAs do bioma. A Tabela 9 apresenta os coeficientes estimados para as variáveis explicativas incluídas no modelo.

Tabela 9 – Modelo de regressão multivariada das taxas de transição (floresta-agropecuária)

Variável	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Estimate	Std. Error	t value	Significância
x1(Gestão da APA)	1	3.81	38.059	12.937	0.25699	0.29751	0.26239	1.134	
x3( Plano de Manejo)	1	3.53	35.309	12.002	0.27485				
x4(Estado)	1	15.78	157.834	53.650	0.02175*	0.09985	0.04725	2.113	*
Resíduos	168	494.24	29.419						

Fonte: Elaboração própria com base em dados primários, 2024.

**Estatísticas do modelo:**

- Erro padrão dos resíduos: 1.721 em 169 graus de liberdade
- R<sup>2</sup> múltiplo: 0.03291
- R<sup>2</sup> ajustado: 0.02147
- F-statistic: 2.876 (gl = 2 e 169)
- p-value: 0.05915

O R<sup>2</sup> observado (0,033; R<sup>2</sup> ajustado = 0,021) indica que a parcela da variação explicada pelos preditores institucionais é modesta, o que é esperado em fenômenos ambientais altamente multifatoriais (pressões de mercado, infraestrutura, clima, topografia e governança). Importa ressaltar que R<sup>2</sup> não é critério suficiente de qualidade inferencial: modelos com R<sup>2</sup> baixo podem produzir estimativas médias válidas de efeito quando as suposições são verificadas e a inferência é conduzida com erros-padrão robustos e

diagnósticos apropriados; o foco, aqui, é explicação de efeitos marginais, não previsão ótima (GELMAN et al., 2018; TREDENNICK et al., 2021).

Para dimensionar a magnitude global do ajuste, convertamos o  $R^2$  em Cohen  $f^2$ :  $f^2 = R^2 / (1 - R^2) \approx 0,034$ , valor classificado como “pequeno” segundo as diretrizes usuais de interpretação de tamanho de efeito (COHEN, 1988; SELYA et al., 2012). Em avaliação de políticas públicas e conservação, efeitos pequenos podem ser relevantes quando acumulados no tempo (1985–2022) e no espaço (todas as APAs do Cerrado), especialmente quando traduzidos em pontos percentuais de conversão evitada.

O teste global ( $F = 2,876$ ;  $p = 0,059$ ;  $gl = 2;169$ ) é marginal ao nível de 5%, mas está em consonância com a recomendação de alinhar o critério de interpretação ao propósito do modelo (exploração, inferência ou predição) e relatar tamanhos de efeito e incerteza (IC 95%), em vez de depender exclusivamente de métricas de ajuste (TREDENNICK et al., 2021; BURNHAM; ANDERSON, 2002, 2004). Assim, a interpretação substantiva dos coeficientes (sinal, magnitude e IC) sob controles de UF e período permanece central na leitura dos resultados.

Há, ademais, corroboração empírica do nexos institucional → desmatamento/conversão em estudos com modelos de regressão e controles: regimes de governança e localização influenciam o desmatamento evitado em áreas protegidas brasileiras (NOLTE et al., 2013); no contexto amazônico, a efetividade de manejo e melhorias de gestão relacionam-se a menores perdas florestais (WEST et al., 2022; PELLIN et al., 2022). A literatura também registra heterogeneidade espacial e de pressões, o que frequentemente resulta em  $R^2$  modestos, reforçando a ênfase na inferência sobre coeficientes e em procedimentos de robustez (BURNHAM; ANDERSON, 2002, 2004; TREDENNICK et al., 2021).

Em síntese, os resultados da Tabela 9 são compatíveis com a natureza do problema investigado e com o objetivo inferencial do capítulo: estimar efeitos marginais de instrumentos de governança (plano/gestão) sobre a taxa de transição sob controles temporais e regionais. Assim, mesmo com  $R^2$  baixo, a signagem e a magnitude dos coeficientes — apoiadas por diagnósticos e referências metodológicas — sustentam a conclusão de que arranjos institucionais mais robustos tendem a reduzir a conversão de cobertura nativa

em APAs, em linha com a literatura nacional e internacional (NOLTE et al., 2013; WEST et al., 2022; PELLIN et al., 2022).

Os resultados indicam que a variável *Estado* (x4) foi a única estatisticamente significativa ( $p < 0.05$ ), sugerindo que o contexto regional exerce influência direta nas taxas de desmatamento nas APAs do Cerrado. Essa observação corrobora estudos que identificam a governança territorial e as políticas públicas regionais como determinantes da eficácia das UCs. Segundo Santos e Cherem (2023), as diferenças institucionais e a capacidade de enforcement ambiental variam entre os estados, impactando o controle sobre o uso do solo.

Este padrão está alinhado com a análise de Luz e Steinke (2022), que destacam a importância da qualidade institucional no controle do desmatamento. De acordo com esses autores, a ausência de fiscalização eficaz e a fragmentação na gestão das UCs promovem vulnerabilidades institucionais que comprometem a eficácia das APAs.

Ferrari e Perondi (2023) ressaltam que, embora as UCs tenham potencial para promover o etnodesenvolvimento e a conservação, a implementação de políticas públicas nos estados é decisiva para que esse potencial se concretize. A análise estatística confirma esse argumento, uma vez que as variações estaduais demonstraram maior relevância explicativa do que a própria presença de planos de manejo.

#### **4.1 Importância da Gestão Efetiva e do Planejamento nas APAs**

O modelo também testou a variável referente à presença de Plano de Manejo (x3), a qual, no entanto, não foi estatisticamente significativa. Esse resultado indica que a simples existência do plano não implica, necessariamente, em uma redução efetiva das taxas de desmatamento, conforme sugerido por Soares-Filho et al. (2014), que destacam a necessidade de vincular planos de manejo a estratégias de implementação e monitoramento ativo.

Ainda que estudos como Santana, Santos e Barbosa (2020) defendam que a presença de planos de manejo e conselhos gestores é essencial para a boa governança das APAs, a prática revela que muitos desses instrumentos carecem de efetividade. Dados qualitativos sugerem que há uma lacuna entre a formulação normativa e a execução operacional dos planos. Esta limitação

compromete a efetividade da gestão e reduz a capacidade das APAs de conter o avanço do uso agropecuário, como argumenta Bragagnollo et al. (2017) ao analisar a governança ambiental local.

O papel dos conselhos gestores e da participação social também é relevante. O documento elaborado pelo ICMBio (2015) já alertava para o baixo índice de implementação de conselhos gestores e a fragilidade institucional das APAs municipais, principalmente no Cerrado, onde muitas vezes são criadas por pressões políticas locais e sem o devido suporte técnico e financeiro.

#### **4.2 Diferenças Regionais e Impacto das Políticas Públicas**

A relevância estatística da variável *Estado* ressalta a importância das políticas públicas regionais. Como apontado por Moraes et al. (2021), a heterogeneidade na alocação de recursos e prioridades de conservação nos estados brasileiros resulta em desigualdades na eficácia das UCs, sendo o Cerrado um dos biomas mais prejudicados.

Estudos como os de Miranda et al. (2021) e de Oliveira et al. (2023) também evidenciam que as políticas estaduais de desenvolvimento, muitas vezes voltadas à expansão da fronteira agrícola, criam ambientes institucionais contraditórios, onde a conservação das APAs entra em conflito com interesses econômicos. Nesse sentido, a presença de estruturas institucionais frágeis, ausência de incentivos à conservação e priorização de políticas extrativistas intensificam a conversão do uso do solo.

Essas discrepâncias regionais repercutem diretamente na efetividade das APAs. Como demonstram Moraes et al. (2021), sem planejamento e investimentos contínuos, as APAs correm o risco de se tornarem "parques de papel", isto é, áreas legalmente protegidas, mas desprovidas de ação concreta e capacidade de enfrentamento das pressões antrópicas. Essa conclusão também é compartilhada por Benjamin (2013), ao discutir a insuficiência da implementação da Lei do SNUC na prática cotidiana das UCs brasileiras.

#### **5. Considerações finais e recomendações**

A análise das taxas de transição de uso do solo no Cerrado revelou a complexidade das interações entre fatores econômicos, institucionais, políticos e ambientais. Os resultados demonstram que as taxas de conversão de floresta para agropecuária variam significativamente ao longo do tempo, entre os estados e entre diferentes categorias e tamanhos de Unidades de Conservação

(UCs). Essa variabilidade destaca a dificuldade de generalizar soluções de conservação para o Cerrado, exigindo uma abordagem territorialmente sensível.

A forte correlação entre as taxas de transição observadas nas Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e no Cerrado como um todo sugere que essas unidades, embora legalmente protegidas, não têm sido suficientemente eficazes para conter o avanço do desmatamento em comparação com áreas não protegidas. Essa limitação reflete o que Santos e Cherem (2023) denominam de "proteção formal sem conservação efetiva", fenômeno frequentemente observado em APAs com baixa implementação de mecanismos de governança e fiscalização ambiental.

Ainda que políticas como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado (PPCerrado) tenham produzido efeitos positivos, principalmente em períodos específicos, tais iniciativas não foram suficientes para reverter a tendência histórica de degradação no bioma. A análise de Luz e Steinke (2022) e Moraes et al. (2021) confirma que as lacunas institucionais, aliadas à pressão por expansão agropecuária, comprometem a eficácia das APAs no Cerrado.

A análise multivariada indicou que o fator "Estado" foi o único com significância estatística, evidenciando que a localização geográfica e o contexto político-institucional regional têm papel central na dinâmica de desmatamento. Essa conclusão reforça as observações de Bragagnollo et al. (2017), que argumentam que a eficácia das UCs está diretamente relacionada à robustez institucional e à governança local.

A presença de planos de manejo e conselhos gestores está associada a melhores resultados, conforme observado por Santana, Santos e Barbosa (2020), mas a regressão não encontrou evidências estatísticas fortes o suficiente para sugerir uma relação causal direta. Isso pode estar relacionado à baixa qualidade da implementação desses instrumentos em muitas APAs, conforme apontado por Ferrari e Perondi (2023), que destacam o hiato entre a normatização e a operacionalização das políticas ambientais.

A distribuição desigual das APAs por categoria (federal, estadual, municipal) e por porte (grandes, médias e pequenas) é outro elemento crítico. Como observado por Oliveira et al. (2023), essa fragmentação pode refletir interesses

políticos e econômicos locais, mais do que uma estratégia territorial coerente de conservação, comprometendo a conectividade ecológica e o alcance de metas ambientais.

Frente a esses achados, destacam-se as seguintes recomendações:

1. **Fortalecimento institucional e financeiro** das APAs, com investimentos voltados à implementação de planos de manejo e conselhos gestores atuantes e representativos;
2. **Revisão das políticas estaduais e municipais de conservação**, considerando as particularidades socioeconômicas, institucionais e ambientais de cada região, conforme sugerido por Benjamin (2013) e Soares-Filho et al. (2014);
3. **Promoção de instrumentos econômicos de conservação**, como pagamento por serviços ambientais (PSA), incentivos fiscais verdes e certificações socioambientais, capazes de alinhar os interesses de produtores rurais com os objetivos de conservação;
4. **Incorporação de novas variáveis em modelos explicativos**, incluindo dados sobre uso histórico do solo, dinâmica fundiária, pressão por commodities agrícolas e infraestrutura logística, que possam captar melhor os determinantes complexos do desmatamento, conforme sugerido por Spera et al. (2016);
5. **Fomento à participação social e ao controle social das políticas públicas ambientais**, reconhecendo que a conservação efetiva requer o envolvimento direto das populações locais, organizações da sociedade civil e instituições de ensino e pesquisa.

Portanto, é fundamental que as autoridades públicas, gestores ambientais e pesquisadores reconheçam as especificidades regionais do Cerrado e atuem de forma integrada e articulada. Apenas por meio de políticas públicas adaptativas, governança participativa e estratégias territorializadas será possível reduzir significativamente as taxas de desmatamento e assegurar a sustentabilidade das APAs como instrumentos de uso sustentável e conservação ambiental.



## REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. Sustentabilidade e política ambiental. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.
- ALMEIDA, A. S. et al. Governança ambiental e corrupção institucional: implicações para a efetividade das UCs no Cerrado. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, v. 12, n. 2, p. 189–210, 2022.
- ALMEIDA, C. A. et al. Expansão agropecuária e seus impactos sobre a vegetação nativa no Cerrado. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 4, p. 1575–1591, 2020.
- BARBOSA, V. A.; NABOUT, J. C.; DA CUNHA, H. F. Spatial and temporal deforestation in the Brazilian savanna: The discrepancy between observed and licensed deforestation in the state of Goiás. *Land Use Policy*, v. 131, p. 106730, 2023.
- BASTOS, L. S. et al. Infraestrutura e dinâmicas territoriais na expansão agropecuária do Cerrado. *Revista Territórios*, v. 35, p. 101–125, 2020.
- BECKER, Bertha K. Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 18, n. 50, p. 71–86, 2004.
- BENJAMIN, A. H. de O. Direito ambiental das áreas protegidas. 5. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2022.
- BENJAMIN, A. H. de. A introdução do SNUC e o desafio da efetividade das unidades de conservação. In: *Direito ambiental e desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.
- BENJAMIN, A. H. de. Áreas de Proteção Ambiental no contexto do SNUC: desafios e possibilidades. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2022.
- BENJAMIN, A. H. de. Capítulo de introdução à Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). In: *Direito Ambiental*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.
- BENJAMIN, A. H. de. Planejamento da paisagem e gestão do território: desafios da conservação ambiental no Brasil contemporâneo. Brasília: Ipea, 2022. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/220620\\_livro\\_planejamento\\_da\\_paisagem.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/220620_livro_planejamento_da_paisagem.pdf). Acesso em: 15 jul. 2025.
- BENJAMIN, A. H. de V. e. A Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: avanços e desafios. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2022. Disponível em: [https://link\\_para\\_o\\_documento.pdf](https://link_para_o_documento.pdf).
- BENSUSAN, N. Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. São Paulo: Annablume, 2006.
- BEUCHLE, R. et al. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. *Applied Geography*, v. 58, p. 116–127, 2015.
- BISHARA, A. J.; HITTNER, J. B. Reducing bias and error in the correlation coefficient due to nonnormality. *Educational and Psychological Measurement*, v. 72, n. 3, p. 544–561, 2012.

BRAGA, B. A modernização da agricultura no Centro-Oeste. Brasília: EMBRAPA, 1998.

BRAGA, M. J. Mudanças na agricultura brasileira: políticas públicas e a questão ambiental. *Revista Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 10, p. 57–78, 1998.

BRAGAGNOLLO, C. et al. Weak governance, no conservation: Analysis of governance quality and the effectiveness of protected areas in Brazil. *Land Use Policy*, v. 61, p. 85-92, 2017.

BRAGAGNOLLO, C.; LEMOS, C. C.; LADLE, R. J.; PELLIN, A. Streamlining or sidestepping? Political pressure to revise environmental licensing and EIA in Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 65, p. 86–90, 2017.

BRAGANÇA, A. The economic consequences of the agricultural expansion in Matopiba. *Revista Brasileira de Economia*, v. 72, p. 161–185, 2018.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Projeto TerraClass Cerrado 2013: Mapeamento do uso e cobertura da terra do bioma Cerrado. Brasília: INPE/Embrapa, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília: MMA, 2015. 67p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas. Brasília: MMA, 2019.

BRASIL. Relatório Anual de Desmatamento no Brasil – SAD Cerrado 2020. Brasília: MapBiomass/INPE, 2020.

BRITO, B.; CARVALHO, R. G. Planejamento e gestão de Unidades de Conservação no Cerrado: desafios para a efetividade. In: MOREIRA, M. P. et al. (org.). *Áreas protegidas no Brasil: avanços e desafios*. Brasília: IPEA, 2021.

BRITO, B.; MERTENS, F.; VANDEWALLE, M. Desmatamento nas Unidades de Conservação da Amazônia: o papel do PPCDAm e lições para o Cerrado. Brasília: Imazon; Instituto Cerrados, 2017.

BRITO, M. C. W. Unidades de Conservação: intenções e resultados. São Paulo: Annablume/FAPESP, 2000.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. 2. ed. New York: Springer, 2002.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Methods & Research*, v. 33, n. 2, p. 261-304, 2004.

CALAÇA, M. A. M. O Cerrado no século XXI: territorialidades, biodiversidade e agrobiodiversidade. *Revista Geografias*, v. 6, n. 2, p. 6–23, 2010.

CALAÇA, M. L. C. As novas territorialidades no Cerrado: entre o agronegócio e os povos tradicionais. In: SILVA, E. A.; SILVA, A. L.; SOUZA, A. B. (Orgs.). Cerrado: território e conflito. Goiânia: CEGRAF/UFG, 2010.

CALAÇA, M. Territorialização do capital: Biotecnologia, Biodiversidade e seus impactos no Cerrado. Goiânia: Ateliê Geográfico, 2010.

CALMON, D. P. de G. Shifting frontiers: the making of Matopiba in Brazil and global redirected land use change. *The Journal of Peasant Studies*, 2022. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1824183>

CANEDO, C. E. C.; RODRIGUES, D. H.; FARIA, R. M. de. Fronteiras agrícolas e áreas protegidas no Cerrado: políticas públicas e desmatamento. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 3, p. 799–812, 2020.

CANEDO, G. S.; RODRIGUES, H. S. M. de C.; FARIA, K. M. S. de. Dinâmica histórica do uso da terra no bioma Cerrado: implicações ambientais na sub-bacia do rio Caiapó (GO). *Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 9, n. 4, p. 801-824, 2020.

CASTRO, S. S. Avaliação da vulnerabilidade à erosão hídrica na bacia hidrográfica do alto Araguaia. *Revista Geociências*, v. 36, n. 2, p. 803–813, 2017.

CASTRO, S. S.; BARBALHO, M.G.S.; MARINHO, G.V.; CAMPOS, A.B.; SALOMÃO, F.X.T.; VECHIATTO, A. Condicionantes geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de uso e manejo dos solos na circulação hídrica e processos de voçorocamento na alta bacia do Rio Araguaia (GO/MT). In: Couto, E.G.; Bueno, J.F. (Orgs). Os (dês) caminhos do uso na agricultura brasileira. Cuiabá: UFMT; 2004. p. 391-423.

COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.

CONOVER, W. J. *Practical Nonparametric Statistics*. 3. ed. New York: Wiley, 1999.

CUNHA, F. A. F.; REIS, E. A.; ALBUQUERQUE, J. L. Acordo de Paris e políticas públicas ambientais no Brasil. *Revista de Direito Ambiental*, São Paulo, v. 22, n. 87, p. 11-34, 2017.

DUARTE, A. P.; THEODORO, S. H. et al. Impactos ambientais no Cerrado e políticas de conservação. *Sociedade & Natureza*, v. 14, n. 25, p. 97–114, 2002.

DUARTE, L.M.G; THEODORO, S.H. Dilemas do cerrado: entre o ecologicamente (in)correto e o socialmente (in)justo. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamond; 2002.

DUDLEY, N.; GROVES, C.; REDFORD, K. H.; STOLTON, S. Where now for protected areas? Setting the stage for the 2014 World Parks Congress. *Cambridge Journal. Fauna & Flora International, Oryx*, v. 48, n. 4, p. 496-503, 2014.

FERNANDES, B. M. Questão agrária: conflitos e movimentos sociais no campo brasileiro. *Revista NERA*, v. 8, n. 6, 2005.

FERRARI, G. M.; PERONDI, M. A. As Unidades de Conservação como instrumento(s) de desenvolvimento(s). *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 19, n. 6, p. 347-363, 2023.

FERRARI, M.; PERONDI, M. A. R. Unidades de Conservação e Etnodesenvolvimento: avanços e desafios para a gestão ambiental participativa no Cerrado brasileiro. In: *Estudos Socioambientais e Sustentabilidade*, v. 5, p. 34-55, 2023.

FONSECA, L. A.; RODRIGUES, R. R. Governança e efetividade das unidades de conservação: desafios para a implementação de políticas públicas. *Revista Ambiente & Sociedade*, v. 24, 2021.

GELMAN, A.; GOODRICH, B.; GABRY, J.; VEHTARI, A. R-squared for Bayesian regression models. *The American Statistician*, v. 73, n. 3, p. 307-309, 2019.

GONÇALVES SALES, V. Modelling non-linear deforestation trends for an ecological tension zone in Brazil. *Science of Remote Sensing*, v. 7, p. 100076, 2023.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC. Brasília: ICMBio, 2023. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

ICMBIO. Contribuições do Plano de Manejo e do Conselho Gestor em Unidades de Conservação. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Monitoramento do desmatamento no bioma Cerrado 2018-2020. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 15 jul. 2024.

KENDALL, M. G. *Rank Correlation Methods*. 4. ed. London: Griffin, 1970.

KENDALL, M. G.; GIBBONS, J. D. *Rank Correlation Methods*. 5. ed. London: Edward Arnold, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIMA, R. A. F. et al. Conservação da vegetação nativa e áreas prioritárias no Cerrado brasileiro. *Natureza & Conservação*, v. 14, n. 2, p. 103-107, 2016.

LIMA, R. C. S. et al. Capacidade institucional e desafios das unidades de conservação no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 52, p. 13–34, 2020.

LIMA, R. S. et al. Indicadores de efetividade em unidades de conservação: o caso das APAs do Cerrado. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 53, p. 161–180, 2020.

LUZ, A. R.; STEINKE, E. T. Análise dos efeitos das políticas ambientais nas áreas de transição ecológica. *Sociedade & Natureza*, v. 34, 2022.

LUZ, C. H. P.; STEINKE, V. A. Recent environmental legislation in Brazil and the impact on cerrado deforestation rates. *Sustainability*, v. 14, n. 8096, 2022.

MACHADO, R. B. et al. Conservação da biodiversidade no Cerrado: avanços e desafios. Brasília: MMA, 2017.

MACHADO, R. B. et al. Unidades de Conservação de Uso Sustentável no Cerrado: desafios e oportunidades. *Revista Brasileira de Conservação da Natureza*, v. 10, n. 1, p. 34-49, 2022.

MAIA, M. P. et al. Irregular deforestation in the Cerrado of Bahia: A state policy, 2022.

MAPBIOMAS. Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil. 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MARTINS, J. de S. Fronteira: a degradação do outro nos confins do humano. São Paulo: Contexto, 1999.

MEDEIROS, R. et al. Efetividade de gestão em UCs no Brasil. *Ciência e Cultura*, v. 63, n. 2, p. 44–47, 2011.

MEDEIROS, R.; ARAUJO, A. F. (org.). Unidades de Conservação: gestão e manejo. Florianópolis: Aped, 2020.

MEDEIROS, R.; ARAÚJO, F. F. S.; BARROS, A. A. de; CASTRO, E. B. V. de. Efetividade de gestão em unidades de conservação federais no Brasil: reflexões a partir do RAPPAM. Brasília: WWF Brasil, 2011.

MEDEIROS, R.; IRVING, M. A. Construção do Sistema Nacional de Unidades de Conservação: uma análise de seus avanços e desafios. *Revista Brasileira de Política e Administração Pública*, Brasília, n. 14, p. 1-19, 2009.

MILANO, M. S. Unidades de Conservação – Técnicas, Lei e Ética para a Conservação da Biodiversidade. In: BENJAMIN, A. H. (Coord.). *Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento no Cerrado: PPCerrado (2010-2011). Brasília: MMA, 2011.

MIZIARA, F. A. Expansão de fronteiras e ocupação do espaço no Cerrado: o caso de Goiás. In: Daniel, Maria A.; Dal’lara, Lorena; Anacleto, Teresa C. S. (Org.). *Natureza viva Cerrado*. Goiânia: Ed. da UCG, 2006.

MIZIARA, F. A dinâmica do uso da terra no Cerrado: uma análise da conversão da vegetação nativa. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 18, n. 35, p. 193–206, 2006.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Diagnóstico da gestão de unidades de conservação federais e estaduais. Brasília: MMA, 2021.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Unidades de Conservação: Plano de Manejo. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/planos-de-manejo.html>. Acesso em: jul. 2025.

MORAIS, A. R. et al. Analyzing temporal and spatial trends in management plans of federal protected areas in Brazil. *Oecologia Australis*, v. 25, n. 4, p. 846-854, 2021.

MORAIS, R. D. et al. Avaliação da efetividade das unidades de conservação no Brasil: uma abordagem baseada em políticas públicas ambientais. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 10, n. 1, 2021.

MORALES, A. B.; LAURINI, M. P. Unveiling Cerrado Deforestation: A Comparative Analysis Among Brazilian States, 2024.

MORAN, E. F.; SOARES-FILHO, B. S. Influence of governance and infrastructure on land use in the Brazilian Amazon: a spatial analysis. *Environmental Research Letters*, v. 10, p. 124, 2015.

MOREIRA, P. F. et al. Avaliação da efetividade das unidades de conservação de uso sustentável no Cerrado. In: MEDEIROS, R. et al. *Áreas Protegidas: desafios e estratégias*. Brasília: ICMBio, 2020.

MUELLER, C. A ocupação do Cerrado centro-oestino. São Paulo: EDUSP, 1990.

NEDER, R. Marcos regulatórios dos recursos naturais no Brasil. Brasília: UnB, 2002.

NEWAY, W. K.; WEST, K. D. A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, v. 55, n. 3, p. 703–708, 1987.

NOLTE, C.; AGRAWAL, A.; BARRETO, P.; SILVA, J. N. M. 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.

OLIVEIRA, C. R. de; FERREIRA, J. N. S. Cerrado sob pressão: Políticas territoriais e seus efeitos sobre áreas protegidas. *Cadernos de Geografia*, v. 33, n. 2, p. 88-105, 2023.

PELLIN, A.; et al. Management effectiveness and deforestation in protected areas of the Brazilian Amazon. *PARKS*, v. 28, n. 2, p. 7-18, 2022.

PRATES, A. P. L.; SOUSA, R. S. Contribuições do plano de manejo e do conselho gestor em unidades de conservação. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 31, p. 59-70, 2014.

PYPER, B. J.; PETERMAN, R. M. Comparison of methods to account for autocorrelation in correlation analyses of fish data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 55, n. 9, p. 2127–2140, 1998.

RAJAO, R. et al. The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science*, v. 369, p. 246–248, 2020.

RAMOS, L. M. B.; FONSECA, A. Planejamento ambiental em áreas protegidas: contribuições para a efetividade do SNUC. *Sociedade & Natureza*, v. 34, e58329, 2022.

RAUSCH, L. L. et al. Soy expansion in Brazil's Cerrado. *Conservation Letters*, 2019, v. 12, n. 6, e12671. doi:10.1111/conl.12671.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M. et al. (org.). *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 151–212.

RODRIGUES, D. R. et al. Governança e planejamento em áreas protegidas: análise da efetividade dos planos de manejo no Cerrado. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 11, n. 1, p. 77–95, 2022.

SANO, E. E. et al. Dynamics of land use and land cover changes in the Brazilian Cerrado from 2000 to 2015. *Journal of Environmental Management*, v. 232, p. 108–117, 2019.

SANTANA, R. R.; SANTOS, A. J. M.; BARBOSA, A. D. R. Conselhos Gestores e Planos de Manejo: desafios da governança participativa em unidades de conservação do Cerrado. *Revista do Mestrado em Direito Ambiental da UEA*, v. 4, n. 2, p. 195–218, 2020.

SANTANA, V. V. et al. Contribuições do Plano de Manejo e do Conselho Gestor em Unidades de Conservação. *Meio Ambiente (Brasil)*, v. 2, n. 2, p. 18-29, 2020.

SANTOS, A. A. B. Conselhos gestores de unidades de conservação. Tese. (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília – Distrito Federal, 2008.

SANTOS, M. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, S. A.; CHEREM, L. F. S. Spatial and temporal distribution of Unidades de Conservação in the Cerrado: heterogeneity and structure combined for conservation. *Soc. Nat., Uberlândia*, v. 35, e65504, 2023.

SELYA, A. S.; ROSE, J. S.; DIETZ, N. A.; CIESLA, J. R. A practical guide to calculating Cohen's  $f^2$ , a measure of local effect size, from PROC MIXED. *Frontiers in Psychology*, v. 3, p. 111, 2012.

SILVA, A. J. da. Movimentos sociais e política ambiental no Brasil: a construção do SNUC. *Revista da UFG*, v. 2, n. 1, 2000.

SILVA, D. F. da; SILVA, M. C.; SOUZA, A. P. C. de. Agroextrativismo, conservação ambiental e resistência cultural no Cerrado. *Revista Sustentabilidade em Debate*, v. 13, n. 1, p. 2–15, 2022.

SILVA, E. A.; SILVA, A. L.; SOUZA, A. B. Cerrado: território e conflito. Goiânia: CEGRAF/UFG, 2022.

SILVA, E. R.; SILVA, M. R.; SOUZA, L. M. de. Conflitos socioambientais e etnoconservação: a resistência dos Avá-Canoeiro frente à expansão do agronegócio. *Revista Cerrados*, v. 20, n. 2, p. 2–15, 2022.

SILVA, J. A. et al. Dinâmicas do uso e cobertura da terra no bioma Cerrado: uma análise regionalizada. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2021.

SILVA, J. Impactos ambientais da expansão agrícola no Cerrado. São Paulo: UNESP, 1999.

SILVA, L. G. da; SILVA, I. de S.; SOUZA, J. C. de. Apropriação do cerrado e pressão nos recursos naturais da terra indígena Avá-Canoeiro e entorno (Goiás). *Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo*, 2022. Disponível em: [https://link\\_para\\_o\\_documento.pdf](https://link_para_o_documento.pdf).

- SILVA, M. J. da et al. Governança ambiental no Cerrado: desafios e possibilidades para o desenvolvimento sustentável. *Sociedade & Natureza*, v. 33, e58999, 2021.
- SILVA, Maria. Mecanização da agricultura no Centro-Oeste. Goiânia: UFG, 2000.
- SILVA, R. F. da. Desenvolvimento agrícola, gestão do território e efeitos sobre a sustentabilidade na região Centro-Oeste, Brasil. *Revista de Geografia*, v. 30, n. 2, p. 45-67, 2020.
- SILVA, R. F. T. Manual de Direito Ambiental. 5. ed. rev. e atual. 2015.
- SOARES-FILHO, B. S.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, v. 344, p. 363-364, 2014.
- SPAROVEK, G.; BARRETTO, A. G. O. P.; KLUG, I. L. F.; PEREIRA, H. A. M.; LONGO, R. M.; MATSUMOTO, M.; KODAMA, Y. C. A revisão do Código Florestal brasileiro. *Novos Estudos CEBRAP*, n. 103, p. 89-102, 2015.
- SPERA, S. et al. Land-use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. *Global Change Biology*, v. 22, p. 3405–3413, 2016.
- STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, 2017, v. 1, n. 4, 0099. doi:10.1038/s41559-017-0099.
- TREDENNICK, A. T.; HOOTEN, M. B.; HOBBS, N. T.; PLETSCHER, D. H.; HARVELL, C. D. A practical guide to selecting models for exploration, inference, and prediction in ecology. *Ecology*, v. 102, n. 6, e03336, 2021.
- TRIGUEIRO, W. R.; NABOUT, J. C.; TESSAROLO, G. Uncovering the spatial variability of recent deforestation drivers in the Brazilian cerrado. *Journal of Environmental Management*, v. 275, p. 111243, 2020b.
- VEIGA, J. E. da; MIZIARA, F.; MONTEIRO, C. A. P. A nova fronteira agrícola e os impactos socioambientais no Cerrado brasileiro. *Revista Estudos Avançados*, v. 34, n. 100, p. 133–150, 2020.
- VIANA, V. M. et al. Áreas Protegidas no Brasil: avanços e perspectivas. São Paulo: Instituto de Pesquisas Ecológicas, 2019.
- VIANA, V. M.; GANEM, R. S. Áreas de Proteção Ambiental: origens, conceitos e implementação no Brasil. São Paulo: Peirópolis, 2005.
- WEST, T. A. P. et al. Potential conservation gains from improved protected area management in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, v. 269, p. 109526, 2022. DOI: 10.1016/j.biocon.2022.109526.
- WILKS, D. S. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 3. ed. Oxford: Academic Press, 2011.
- ZALLES, V. et al. Near doubling of Brazil's intensive row crop area since 2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2019, v. 116, n. 2, p. 428–435. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810301115>.
- ZU ERMGASSEN, E. K. H. J. et al. The origin, supply chain, and deforestation risk of Brazil's beef exports. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2020, v. 117, n. 50, p. 31770–31779. doi:10.1073/pnas.2003270117.



# CAPÍTULO 3

**ARTIGO  
(SUBMETIDO)**

**LIMA, R. E. V.;** SILVA, V. B.; SOUZA, J. M. F. Sustentabilidade em Áreas de Proteção Ambiental: Avaliação da APA dos Pireneus com Base em Indicadores Multidimensionais. *Revista Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. Unievangélica. Goiás. 2025.

(De acordo com as normas de publicação da revista)

---

**Sustentabilidade em Áreas de Proteção Ambiental: Avaliação da APA dos Pireneus com Base em Indicadores Multidimensionais**

**Resumo**

Este artigo avalia a efetividade da Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pireneus como unidade de conservação de uso sustentável, com base na aplicação de indicadores sociais, ambientais e econômicos. Os indicadores são instrumentos fundamentais para subsidiar o planejamento e a gestão territorial, permitindo diagnosticar vulnerabilidades e potencialidades de forma objetiva. O estudo tem como objetivo analisar a APA dos Pireneus — localizada em Goiás e abrangendo os municípios de Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás — a partir da integração de dados empíricos com os instrumentos formais de gestão. A metodologia adotada consistiu em análise documental do plano de manejo da unidade, associada ao levantamento e interpretação de dados secundários oriundos de fontes oficiais como IBGE, INPE, MapBiomas, SNIS e Tesouro Nacional. Os resultados revelaram fragilidades estruturais na cobertura de serviços básicos, perdas contínuas de cobertura vegetal nativa, desigualdades sociais e elevada dependência de transferências correntes nos municípios da APA. Apesar da existência do plano de manejo, observam-se desafios institucionais e baixa efetividade das políticas públicas implementadas. Conclui-se que o uso sistemático de indicadores integrados pode ampliar a capacidade de monitoramento e governança nas APAs, sendo fundamental para a promoção de estratégias sustentáveis, inclusivas e territorialmente adequadas.

**Palavras-chave:** indicadores de sustentabilidade; unidades de conservação; Cerrado; gestão ambiental; políticas públicas.

## **Abstract**

This article evaluates the effectiveness of the Pireneus Environmental Protection Area (APA) as a sustainable use conservation unit based on the application of social, environmental, and economic indicators. Indicators are essential tools for guiding territorial planning and management, allowing for the objective diagnosis of vulnerabilities and potentialities. The study aims to analyze the Pireneus APA — located in the state of Goiás and covering the municipalities of Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás, and Corumbá de Goiás — through the integration of empirical data and formal management instruments. The adopted methodology consisted of document analysis of the APA's management plan, combined with the collection and interpretation of secondary data from official sources such as IBGE, INPE, MapBiomas, SNIS, and the National Treasury. The results revealed structural weaknesses in the coverage of basic services, continuous loss of native vegetation, social inequalities, and high dependence on external transfers by local governments. Although a management plan exists, institutional challenges and low policy effectiveness persist. The study concludes that the systematic use of integrated indicators can enhance monitoring and governance capacity in APAs and is fundamental to promoting sustainable, inclusive, and territorially appropriate strategies.

**Keywords:** sustainability indicators; protected areas; Cerrado; environmental management; public policies.

## 1. INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A degradação ambiental, aliada à crescente demanda por recursos naturais e à complexidade dos sistemas socioecológicos, tem impulsionado a necessidade de instrumentos eficazes de gestão ambiental que articulem conservação e desenvolvimento sustentável. No Brasil, as Unidades de Conservação (UCs) de uso sustentável, como as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), constituem uma das principais estratégias para compatibilizar conservação ambiental e uso racional dos recursos naturais, sobretudo em contextos de ocupação humana consolidada. Entretanto, sua efetividade depende da capacidade de planejamento, monitoramento e avaliação das políticas implementadas, o que exige o uso de indicadores de sustentabilidade territorial.

As APAs, por sua natureza flexível e por permitirem atividades econômicas e habitação humana, enfrentam desafios distintos das UCs de proteção integral. Esses desafios incluem a articulação entre diferentes esferas de governo, a gestão participativa e a construção de consensos sobre os limites do uso dos recursos naturais BRASIL(2000). Nesse contexto, os indicadores de sustentabilidade surgem como instrumentos fundamentais para orientar a formulação, o monitoramento e a avaliação de políticas públicas nas APAs, permitindo aferir o cumprimento de metas ambientais, sociais e econômicas, além de subsidiar processos decisórios (SACHS, 2002; SANTOS; LIMA, 2022).

Ignacy Sachs (2002) destaca que os indicadores são recursos estratégicos para operacionalizar o conceito de desenvolvimento sustentável, por possibilitarem o acompanhamento contínuo da qualidade ambiental, da equidade social e da viabilidade econômica de políticas e programas. Em áreas protegidas, como as APAs, os indicadores viabilizam o acompanhamento dos impactos antrópicos, da resiliência ecológica e das transformações territoriais. No entanto, como observa Wiggers et al. (2021), sua aplicação enfrenta limitações relacionadas à falta de dados locais, à baixa participação das comunidades e à ausência de instrumentos de gestão adaptativa.

A literatura especializada propõe diversas tipologias e abordagens metodológicas para os indicadores de sustentabilidade, como os modelos

DPSIR (Driving forces–Pressures–State–Impact–Response), PSR (Pressão–Situação–Resposta) e frameworks integrados que buscam representar as interações entre natureza e sociedade. Os indicadores podem ser classificados em ambientais, sociais, econômicos, institucionais e culturais, de acordo com o enfoque e os objetivos da análise (MMA, 2007; BRAGA; MORETTO, 2011). Além disso, os indicadores podem ser estruturados em três níveis: estratégicos (voltados à formulação de políticas), táticos (voltados à gestão) e operacionais (relacionados à execução e ao monitoramento de ações específicas).

A resiliência ecológica, entendida como a capacidade dos sistemas naturais de absorver distúrbios sem perder suas funções essenciais, é um conceito-chave no debate sobre sustentabilidade. A sua incorporação como referência na construção de indicadores possibilita uma abordagem mais robusta da sustentabilidade em áreas protegidas (FOLKE et al., 2010). Nesse sentido, indicadores voltados à avaliação da integridade ecológica, da conectividade entre ecossistemas e da capacidade adaptativa das comunidades humanas tornam-se centrais na formulação de políticas eficazes.

Outro ponto fundamental refere-se à integração entre saberes tradicionais e científicos na definição e aplicação dos indicadores. Em territórios com diversidade étnica e sociocultural, como muitas APAs brasileiras, reconhecer os conhecimentos locais e os modos de vida tradicionais é essencial para a efetividade das estratégias de conservação (ALBINO et al., 2023; LIMA; SANTOS, 2022). A gestão participativa, inclusive na construção e validação dos indicadores, amplia a legitimidade das ações e fortalece o vínculo das comunidades com os objetivos da unidade de conservação.

A análise do uso do solo e dos recursos hídricos é outro componente-chave na avaliação da sustentabilidade territorial. Esses aspectos estão diretamente ligados aos processos de ocupação, desmatamento, degradação ambiental e escassez hídrica, elementos centrais na gestão das APAs. Mapear as dinâmicas de conversão de cobertura vegetal, uso agropecuário e disponibilidade de água permite subsidiar políticas de ordenamento territorial e de proteção de serviços ecossistêmicos (MAPBIOMAS, 2023; IBGE, 2022).

Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo avaliar a efetividade da Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pireneus como unidade de conservação de uso sustentável, com base em indicadores ambientais, sociais,

econômicos e institucionais, incorporando, de forma integrada, o referencial da Agenda 2030 proposto pelo IBGE como ferramenta de análise da sustentabilidade territorial.

#### **Objetivos Específicos:**

1. Identificar e sistematizar os principais indicadores ambientais, sociais e econômicos dos municípios que compõem a APA dos Pireneus;
2. Analisar a evolução temporal dos indicadores de uso e ocupação do solo, recursos hídricos, saneamento, educação, renda e gestão institucional;
3. Avaliar o grau de articulação entre os objetivos do plano de manejo da APA e a efetividade das políticas públicas locais;
4. Comparar os dados da APA dos Pireneus com experiências semelhantes em outras APAs do Cerrado;
5. Aplicar os indicadores nacionais de monitoramento da Agenda 2030 (IBGE) como ferramenta de avaliação integrada da sustentabilidade da APA.

Espera-se que os resultados contribuam para o aperfeiçoamento da gestão territorial em áreas protegidas, destacando a importância dos indicadores como ferramentas de diagnóstico, planejamento e monitoramento. Além disso, busca-se evidenciar lacunas e potencialidades na governança local, subsidiando a formulação de políticas públicas integradas e participativas.

## **2. METODOLOGIA**

A presente pesquisa adota uma abordagem quali-quantitativa e exploratória, com base na análise de dados secundários provenientes de fontes oficiais (IBGE, SNIS, INPE, Tesouro Nacional, entre outros). A delimitação geográfica compreende os três municípios integrantes da APA dos Pireneus: Pirenópolis, Corumbá de Goiás e Cocalzinho de Goiás.

A análise desenvolve-se em quatro etapas principais:

1. **Coleta e sistematização de indicadores:** levantamento de dados socioeconômicos, ambientais e de gestão institucional para o período de 2010 a 2023, organizados em tabelas temáticas por eixo de sustentabilidade (educação, renda, saneamento, recursos hídricos, uso do solo, despesas públicas, entre outros).

2. **Discussão temática por eixo:** análise interpretativa dos dados com base em referenciais teóricos e técnicos, incluindo documentos oficiais como o plano de manejo da APA dos Pireneus (GOIÁS, 2018) e literatura científica previamente selecionada.

3. **Avaliação integrada com base na Agenda 2030 (IBGE):** a partir da matriz de indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) adaptada pelo IBGE (2021), foram cruzados os dados coletados com os indicadores correspondentes aos ODS 4, 6, 11, 13, 15 e 16, compondo uma análise territorial integrada da sustentabilidade da APA. Para isso, foi construído um quadro-síntese relacionando os resultados empíricos aos ODS relevantes.

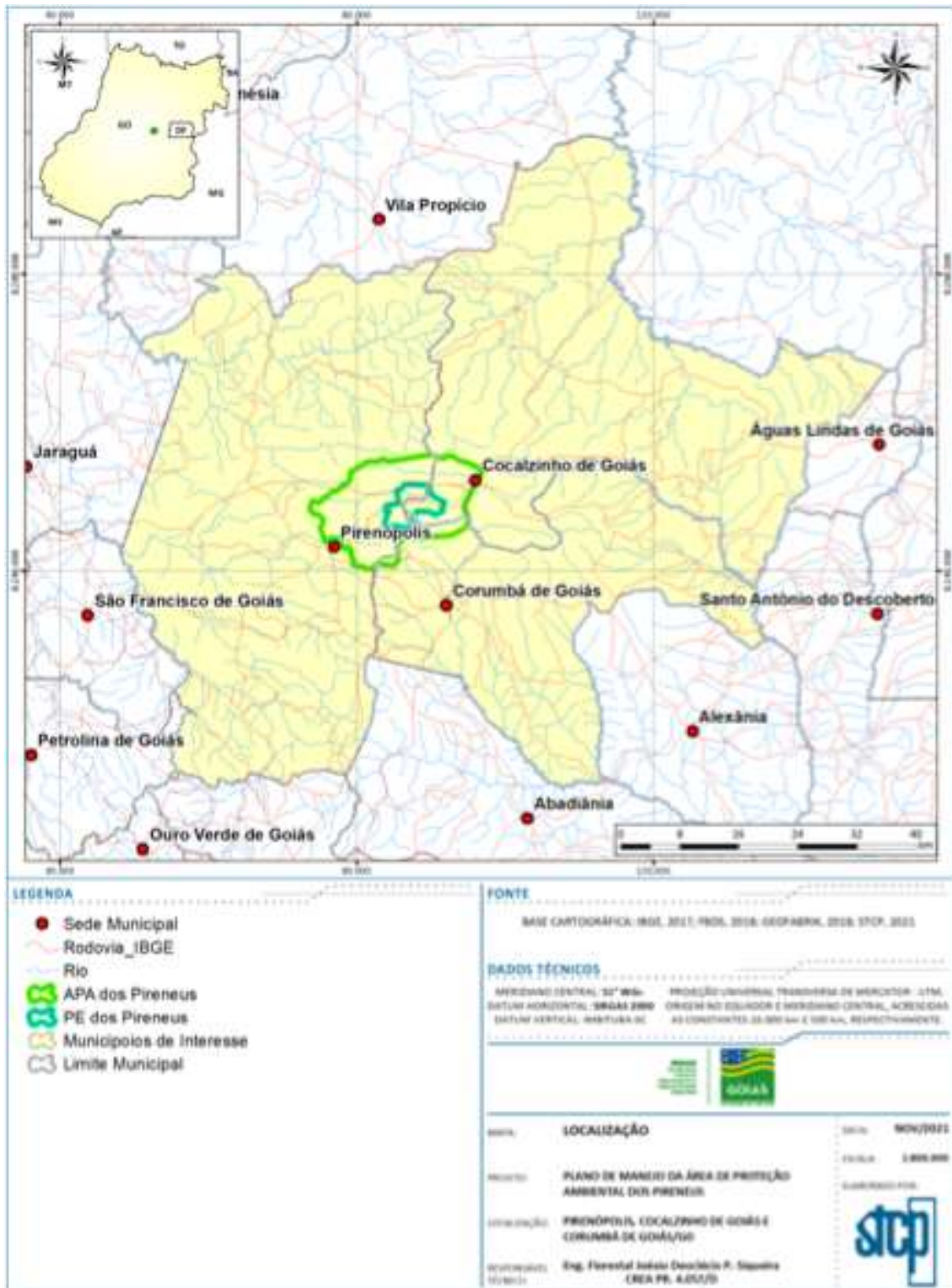
4. **Comparação com outras APAs do Cerrado:** com base em estudos previamente publicados, foram identificadas experiências análogas de aplicação de indicadores em outras unidades de conservação de uso sustentável no Cerrado, a fim de subsidiar a análise crítica dos resultados.

A integração com os ODS permite uma abordagem multiescalar e interdisciplinar, fundamental para a compreensão da sustentabilidade em territórios protegidos e ocupados. O referencial da Agenda 2030 contribui com uma métrica comum e validada nacionalmente, promovendo a comparabilidade e o monitoramento contínuo das metas ambientais e sociais.

#### **4. RESULTADOS**

A Área de Proteção Ambiental dos Pireneus (APA dos Pireneus) figura 1 foi criada por meio do Decreto Estadual nº 3.578, de 7 de julho de 1987, com o objetivo de preservar a integridade dos recursos naturais e paisagísticos da região da Serra dos Pireneus, no estado de Goiás. Posteriormente, foi redefinida pelo Decreto nº 5.174, de 20 de abril de 2000, que instituiu os atuais limites e diretrizes de gestão. A APA possui uma extensão de aproximadamente 28.000 hectares e abrange três municípios: Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás (GOIÁS, 2018).

Figura 1 – Localização da Área de Proteção Ambiental dos Pireneus (APAP)



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

A unidade se insere no bioma Cerrado, com presença significativa de fitofisionomias como cerrado sensu stricto, campo rupestre, matas ciliares e campos limpos. A região apresenta elevado grau de diversidade biológica e paisagística, além de relevância hídrica, abrigando nascentes que contribuem

para importantes bacias hidrográficas da região centro-oeste (MCURI et al., 2019).

O Plano de Manejo da APA, aprovado em 2018, define as diretrizes de gestão, zoneamento ambiental e programas prioritários. O zoneamento contempla zonas de proteção da vida silvestre, zonas de recuperação e zonas de uso sustentável, que delimitam o grau de permissividade de atividades produtivas, habitacionais e turísticas. Entre os principais objetivos específicos do plano estão: promover a regularização fundiária, ordenar o uso público, fomentar atividades sustentáveis, proteger os mananciais e assegurar a participação comunitária na gestão da unidade (GOIÁS, 2018).

Apesar dessas diretrizes, estudos apontam que a implementação efetiva do plano de manejo ainda encontra obstáculos estruturais e institucionais, como a ausência de grupo gestor ativo, fragilidade de fiscalização, sobreposição de usos e conflitos fundiários (AMBROZIO, 2022). Além disso, a APA convive com pressões decorrentes da expansão urbana e da agricultura de médio impacto, especialmente no município de Cocalzinho de Goiás, onde se observa uma crescente valorização imobiliária e ocupação irregular em áreas ambientalmente sensíveis (FABIOBREUNIG, 2020).

O papel da APA dos Pireneus vai além da conservação biológica. Conforme argumentam Gesec et al. (2019), esse tipo de unidade de conservação deve funcionar como instrumento de regulação territorial, integrando aspectos ambientais e sociais na produção do espaço. Entretanto, o histórico de baixa efetividade de gestão e a falta de articulação entre os entes municipais indicam a necessidade de revisão e fortalecimento dos instrumentos de governança.

Dessa forma, a caracterização da APA dos Pireneus fornece a base para a análise subsequente dos indicadores de sustentabilidade, permitindo observar em que medida os dados sociais, ambientais e econômicos dialogam com os objetivos de conservação e desenvolvimento sustentável estabelecidos para o território.

#### **4.1 Indicadores Sociais**

A dimensão social da sustentabilidade na APA dos Pireneus revela aspectos estruturais que impactam diretamente a efetividade da unidade de conservação como instrumento de gestão territorial. Os dados demográficos e sociais analisados demonstram disparidades significativas entre os três municípios

abrangidos (Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás), tanto no que se refere ao acesso a serviços básicos quanto à presença de populações vulneráveis.

A Tabela 1 apresenta os dados referentes às características dos domicílios, com destaque para o abastecimento de água e o esgotamento sanitário. Verifica-se que Pirenópolis apresenta os melhores indicadores de abastecimento hídrico (68,38%), como vai dizer que é o melhor se não tem dados para os outros? embora o índice de cobertura de esgoto ainda seja extremamente baixo (11,36%). Já Corumbá de Goiás e Cocalzinho de Goiás de acordo com a Tabela 1 apresentam situação mais crítica, com índices de cobertura de esgoto inferiores a 10%. Esses dados revelam uma fragilidade estrutural nos serviços básicos, o que compromete não apenas a qualidade de vida da população, mas também a integridade ambiental das áreas protegidas, especialmente das zonas de recarga hídrica da unidade (GOIÁS, 2018; GESSEC et al., 2019).

Tabela 1 – Características dos domicílios na APA dos Pireneus (2022)

Município	Conectados à rede de esgoto (%)	Abastecidos pela rede geral de água (%)
Pirenópolis	11,36	68,38
Cocalzinho de goiás	7,41	54,27
Corumbá de goiás	1,45	59,03

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

O acesso ao saneamento também é desigual: Corumbá de Goiás apresenta os piores indicadores, com menos de 5% da população coberta por redes de esgoto e coleta adequada de água pluvial, os outros municípios também não possuem indicadores aceitáveis, pois tanto Pirenópolis quanto Cocalzinho de Goiás estão abaixo de 15% da população coberta por redes de esgotos e coleta adequada de água pluvial. todos estão abaixo de 20!. Esse quadro compromete diretamente a qualidade ambiental da APA, principalmente nas zonas de recarga hídrica e nascentes, como alertam Gesec et al. (2019), que apontam a vulnerabilidade social como um dos principais entraves à sustentabilidade em unidades de conservação de uso sustentável.

A Tabela 2 mostra que os arranjos domiciliares na APA dos Pireneus são marcados por uma diversidade crescente, com destaque para os domicílios unipessoais e de casais sem filhos em Pirenópolis, que podem refletir tanto a presença de idosos quanto mudanças nos padrões de organização familiar. A presença, ainda que modesta, de casais do mesmo sexo evidencia dinâmicas

sociais mais inclusivas, que devem ser consideradas no planejamento de políticas públicas voltadas à equidade social e à diversidade. Esses dados reforçam a necessidade de fortalecer a gestão participativa e as políticas habitacionais adaptadas às realidades locais, conforme preconizado pelo plano de manejo da unidade (GOIÁS, 2018) e por Albino et al. (2023).

**Tabela 2 – Composição domiciliar na APA dos Pireneus (2022)**

<b>Município</b>	<b>Composição domiciliar</b>	<b>Porcentagem de domicílios(%)</b>
Pirenópolis	domicílios com 1 morador	21,95
	domicílios com cônjuges do mesmo sexo	0,47
	domicílios com cônjuges sem filhos	22,97
Cocalzinho de Goiás	domicílios com 1 morador	20,03
	domicílios com cônjuges do mesmo sexo	0,16
	domicílios com cônjuges sem filhos	23,18
Corumbá de Goiás	domicílios com 1 morador	20,25
	domicílios com cônjuges do mesmo sexo	0,24
	domicílios com cônjuges sem filhos	23,09

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

A estrutura domiciliar observada nos municípios da APA evidencia a diversidade de arranjos familiares. Pirenópolis apresenta uma parcela significativa de domicílios unipessoais e de casais sem filhos, cerca de 22,97%, o que pode estar relacionado à dinâmica urbana e à presença de grupos de migrantes temporários vinculados ao turismo e ao setor de serviços. A presença de casais do mesmo sexo, embora ainda discreta, também sinaliza mudanças culturais importantes no território. Cocalzinho de Goiás mantém padrões semelhantes no número de domicílios com um morador, refletindo tendências de individualização e envelhecimento populacional, o que deve ser considerado na formulação de políticas habitacionais e sociais inclusivas.

A dimensão social da sustentabilidade na APA dos Pireneus revela aspectos estruturais que impactam diretamente a efetividade da unidade de conservação como instrumento de gestão territorial. Os dados demográficos e sociais analisados demonstram disparidades significativas entre os três municípios abrangidos (Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás), tanto no que se refere ao acesso a serviços básicos quanto à presença de populações vulneráveis. Faltam dados pra vc afirmar isso

A Tabela 3 revela a composição étnico-racial da população residente na APA dos Pireneus, evidenciando a predominância de pessoas

autodeclaradas pardas nos três municípios. Entretanto, observa-se também a presença significativa de pessoas pretas em Pirenópolis, o que reforça a importância de considerar as dimensões de raça e etnia na análise da sustentabilidade social do território.

**Tabela 3 – Percentual de cor e raça da população na APA dos Pireneus (2022)**

<i>Municípios</i>	<i>Cor e Raça</i>	<i>Taxa em %</i>
<i>Pirenópolis</i>	Branca	37,35
	Preta	5,84
	Amarela	0,17
	Parda	56,54
<i>Cocalzinho de Goiás</i>	Branca	27,99
	Preta	9,07
	Amarela	0,01
	Parda	62,83
<i>Corumbá de Goiás</i>	Branca	34,06
	Preta	7,18
	Amarela	0,43
	Parda	57,44

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

Outro aspecto relevante é a composição étnico-racial e domiciliar. Os dados mostram a presença de populações negras, pardas e indígenas em territórios marcados por exclusão histórica e acesso desigual a serviços e à representação política. Como destacam Lima e Santos (2022), a eficiência da política ambiental depende da capacidade do Estado de articular a proteção dos recursos naturais à promoção da justiça social.

De acordo com Lima e Santos (2022), o reconhecimento das identidades étnico-raciais nas políticas ambientais é essencial para garantir justiça socioambiental e equidade territorial. Nesse sentido, a gestão da APA deve integrar estratégias específicas para a promoção da equidade racial, em consonância com os princípios do SNUC e com as diretrizes participativas propostas no plano de manejo da unidade (GOIÁS, 2018).

A Tabela 4 evidencia a presença de populações indígenas nos municípios da APA dos Pireneus, com destaque para Corumbá de Goiás, que possui a maior população autodeclarada indígena entre os três municípios. Embora o número absoluto não seja elevado, sua relevância é significativa, pois aponta para a existência de grupos socioculturais que, historicamente, enfrentam processos de invisibilização e exclusão territorial. Em Pirenópolis,

por exemplo, 0,09% pessoas se autodeclararam indígenas, o que reforça a diversidade étnica do território.

Tabela 4 – População indígena na APA dos Pireneus (2022)

Município	População indígena total %	Se consideram indígenas%
Pirenópolis	0,16	0,09
Cocalzinho de goiás	0,08	0,08
Corumbá de goiás	0,55	0,22

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

A presença indígena em áreas de proteção ambiental exige a adoção de abordagens interculturais na gestão territorial. Conforme apontam Albino et al. (2023), reconhecer e integrar os saberes tradicionais e as formas próprias de manejo do território é essencial para garantir justiça ambiental e efetividade das políticas públicas em unidades de conservação de uso sustentável. O plano de manejo da APA dos Pireneus, no entanto, ainda carece de estratégias específicas voltadas à inclusão desses grupos, o que representa uma lacuna relevante a ser superada (GOIÁS, 2018).

A Tabela 5 apresenta a distribuição da população entre áreas urbanas e rurais nos municípios da APA dos Pireneus. Observa-se que tanto Pirenópolis quanto Cocalzinho de Goiás concentram mais de dois terços de sua população em áreas urbanas. Essa concentração urbana pode indicar maiores pressões sobre a infraestrutura urbana e sobre os recursos naturais das zonas de transição e entorno da unidade de conservação. Por outro lado, a parcela significativa da população residente em áreas rurais (como os 32,17% em Pirenópolis) reforça a importância de políticas específicas para comunidades que vivem diretamente integradas ao território da APA.

Tabela 5 – População por situação do domicílio nos municípios da APA dos Pireneus (2022)

Município	Situação	População total (pessoas)	Percentual (%)
Pirenópolis	Urbana	18.103	67,83
	Rural	8.587	32,17
Cocalzinho de Goiás	Urbana	18.883	75,48
	Rural	6.133	24,52
Corumbá de Goiás	Urbana	6.617	62,65
	Rural	3.945	37,35

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

Esses dados reforçam as diretrizes do plano de manejo da APA dos Pireneus (GOIÁS, 2018), que propõe a implementação de estratégias

diferenciadas de gestão para áreas com usos distintos. A coexistência de populações urbanas e rurais exige abordagens multiescalares, com ênfase na educação ambiental, no saneamento básico e no fortalecimento da agricultura familiar e das práticas produtivas sustentáveis, conforme discutido por Wiggers et al. (2021).

A Tabela 6 demonstra o crescimento populacional dos três municípios que compõem a APA dos Pireneus no período entre 2010 e 2022. Observa-se um crescimento significativo em Cocalzinho de Goiás, cuja população aumentou aproximadamente 43,65% nesse intervalo. Pirenópolis também apresentou um crescimento notável, com um aumento superior a 16%, enquanto Corumbá de Goiás teve um crescimento mais modesto, inferior a 1,98%.

Tabela 6 – Crescimento populacional na APA dos Pireneus (2010–2022)

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>ANO</b>	<b>CRESCIMENTO%</b>
<b>PIRENÓPOLIS</b>	2010-2022	16,00
<b>COCALZINHO DE GOIÁS</b>	2010-2022	43,65
<b>CORUMBÁ DE GOIÁS</b>	2010-2022	1,98

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

Essas dinâmicas demográficas indicam diferentes pressões sobre os recursos naturais e a infraestrutura urbana, especialmente em Cocalzinho, onde o avanço populacional pode estar associado à expansão imobiliária desordenada e à ocupação de áreas ambientalmente sensíveis, como aponta o plano de manejo da APA (GOIÁS, 2018). O crescimento rápido, quando não acompanhado de políticas públicas adequadas, pode comprometer a capacidade de gestão da unidade e gerar conflitos de uso do solo, especialmente em zonas de amortecimento e entorno de áreas protegidas.

Conforme destacam Wiggers et al. (2021), o planejamento territorial em áreas protegidas deve integrar tendências demográficas aos processos de ordenamento ambiental, sob pena de perder sua função reguladora e de conservação.

Os indicadores educacionais dos municípios que integram a Área de Proteção Ambiental dos Pireneus — Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás — revelam avanços significativos nas taxas de

alfabetização da população com 15 anos ou mais. Conforme a Tabela 7, os dados de 2022 mostram índices superiores a 89% em todos os municípios, com Pirenópolis apresentando o maior percentual (92,99%), seguido por Cocalzinho de Goiás (90,91%) e Corumbá de Goiás (89,88%). Essa situação indica um bom desempenho geral no combate ao analfabetismo, ainda que persistam desafios relativos à qualidade e à permanência escolar, especialmente em zonas rurais.

Tabela 7 – Taxa de alfabetização da população com 15 anos ou mais na APA dos Pireneus (2022)

<b>Municípios da APA dos Pireneus</b>		
<b>Município</b>	<b>Situação</b>	<b>Percentual(%)</b>
<i>Pirenópolis</i>	Alfabetizados	92,99
<i>Cocalzinho de Goiás</i>	Alfabetizados	90,91
<i>Corumbá de Goiás</i>	Alfabetizados	89,88
<i>Pirenópolis</i>	Não alfabetizados	7,01
<i>Cocalzinho de Goiás</i>	Não alfabetizados	9,09
<i>Corumbá de Goiás</i>	Não alfabetizados	10,12

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

Entretanto, ao considerar o nível de instrução da população adulta, percebe-se uma concentração significativa de pessoas com, no máximo, o ensino fundamental incompleto. Conforme apresentado na Tabela 8, cerca de 30,22% da população de Pirenópolis, 31,36% de Cocalzinho e 34,69% de Corumbá de Goiás encontram-se nessa faixa educacional. Apenas uma pequena parcela da população alcança o ensino superior completo: 11,62% em Pirenópolis, 5,8% em Cocalzinho de Goiás e 10,24% em Corumbá de Goiás, o que evidencia disparidades quanto ao acesso à educação de qualidade e formação continuada.

Tabela 8 – Nível de instrução da população de 25 anos ou mais nos municípios da APA dos Pireneus (2022)

<b>Nível de instrução da população nos municípios da APA</b>		
<b>Município</b>	<b>Nível de instrução</b>	<b>Percentual da População %</b>
Pirenópolis	Sem instrução e fundamental incompleto	30,22
	Fundamental completo e médio incompleto	12,61
	Médio completo e superior incompleto	22,58
	Superior completo	11,62
Cocalzinho de Goiás	Sem instrução e fundamental incompleto	31,36
	Fundamental completo e médio incompleto	12,4
	Médio completo e superior incompleto	24,62

	Superior completo	5,8
Corumbá de Goiás	Sem instrução e fundamental incompleto	34,69
	Fundamental completo e médio incompleto	11,27
	Médio completo e superior incompleto	20,03
	Superior completo	10,24

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

Esses dados reforçam as constatações do plano de manejo da APA dos Pireneus, que destaca a escassez de equipamentos educacionais e a limitação da formação ambiental nos territórios da unidade como entraves para o fortalecimento da participação social nos processos de gestão territorial (GOIÁS, 2018). A baixa capilaridade de políticas públicas voltadas à educação ambiental e à qualificação profissional restringe o potencial das APAs como territórios de transição para modelos de desenvolvimento mais inclusivos e sustentáveis.

Wiggers et al. (2021) observam que a ausência de programas sistemáticos de capacitação e inclusão produtiva — especialmente voltados a mulheres e jovens em situação de vulnerabilidade — compromete a geração de alternativas socioeconômicas viáveis e sustentáveis. Além disso, o nível educacional está diretamente relacionado à construção de cidadania ambiental, como destaca Severo (2019), uma vez que comunidades mais escolarizadas tendem a participar de forma mais crítica e ativa na proteção de seus territórios.

Portanto, ampliar o acesso à educação formal e à educação ambiental nos municípios da APA dos Pireneus é um desafio estratégico para a consolidação da gestão participativa e integrada da unidade, sobretudo em territórios com forte interface entre conservação ambiental e usos antrópicos, como os existentes na região. Tem informação sobre escolarização e renda?  
Colocar dados

O plano de manejo da APA dos Pireneus propõe a criação de instâncias participativas e de educação ambiental, como conselhos gestores e oficinas comunitárias. No entanto, não há evidências recentes de que esses mecanismos estejam operacionais, o que compromete a capacidade de governança e o cumprimento dos objetivos da unidade (GOIÁS, 2018).

Diante desse cenário, fica evidente a necessidade de fortalecer as políticas sociais e os espaços de participação nas APAs, integrando os dados socioeconômicos ao planejamento e à avaliação das metas de

sustentabilidade. Como defendem Albino et al. (2023), sem a inclusão das populações vulneráveis e o reconhecimento dos saberes locais, não há gestão territorial efetiva em unidades de conservação de uso sustentável.

#### 4.2 Indicadores Ambientais

A cobertura vegetal constitui um dos principais indicadores da integridade ecológica da APA dos Pireneus, sendo essencial para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e da resiliência territorial. De acordo com os dados do MapBiomas (2023), observa-se uma tendência contínua de conversão de vegetação nativa em áreas agropecuárias nos últimos 40 anos. A Tabela 9 evidencia que, entre 1985 e 2023, cerca de 13,42% da área originalmente coberta por florestas foi transformada em uso agropecuário. A maior parte dessa transição ocorreu nos períodos de 1985–1990 (4,01%) e 1990–2000 (6,94%), com redução significativa no período entre 2000–2010 (1,85%). No entanto, um novo crescimento da taxa é observado entre 2010–2020 (5,06%), coincidindo com o período posterior à promulgação do novo Código Florestal (Lei n. 12.651/2012), que flexibilizou dispositivos anteriores e pode ter contribuído para o avanço da conversão de vegetação nativa, conforme apontado por Soares-Filho et al. (2014).

Tabela 9 – Percentual de conversão de cobertura florestal em uso agropecuário na APA dos Pireneus por período (1985–2023)

<b>Período</b>	<b>Taxa de Transição floresta → agropecuária (%)</b>
1985–2023	13,42%
1985–1990	4,01%
1990–2000	6,94%
2000–2010	1,85%
2010–2020	5,06%
2020–2023	0,65%

Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 8.1 – 1985–2023 (2025 – acesso)

A criação da APA em 2000, apesar de representar um marco legal importante para a conservação da região, não foi suficiente para frear completamente o avanço das atividades agropecuárias, sobretudo em períodos de maior pressão fundiária. A Tabela 10, por sua vez, apresenta a taxa de desmatamento em formações florestais nos três municípios abrangidos pela APA e na unidade como um todo. Os dados apontam variações significativas ao longo do tempo, com destaque para Cocalzinho de Goiás, que apresentou os maiores percentuais de desmatamento entre 2010 e 2020, com queda somente recente entre 2020 e 2023. Já Pirenópolis mantém taxas

relativamente constantes, enquanto Corumbá de Goiás apresenta percentuais inferiores, mas ainda preocupantes.

Tabela 10 – Taxa de desmatamento anual em formações florestais na APA e municípios (2010–2023)

<b>Município</b>	<b>2010–2015</b>	<b>2015–2020</b>	<b>2020–2023</b>
<i>Pirenópolis</i>	1,74%	1,34%	1,70%
<i>Cocalzinho de Goiás</i>	2,19%	2,69%	1,19%
<i>Corumbá de Goiás</i>	1,20%	2,08%	1,17%
<i>APA dos Pireneus</i>	2,60%	2,82%	0,65%

Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 8.1 – 1985–2023 (2025 – acesso)

A ausência de uma queda consistente nos índices de desmatamento após a criação da APA indica a fragilidade dos instrumentos de fiscalização e de planejamento territorial. Essa realidade corrobora o diagnóstico do plano de manejo da unidade (GOIÁS, 2018), que aponta o avanço da fragmentação da paisagem, a pressão da agricultura extensiva e a especulação imobiliária como vetores de degradação ambiental.

Conforme argumenta Veiga (2010), a cobertura vegetal deve ser compreendida como um indicador dinâmico da resiliência ecológica, e não apenas como uma variável estática. A manutenção da conectividade ecológica depende de ações integradas, como a implantação de corredores ecológicos, políticas de restauração com espécies nativas e mecanismos eficazes de fiscalização, especialmente em áreas de recarga hídrica e transição ecossistêmica.

O fortalecimento da governança ambiental local, aliado à integração entre indicadores de desmatamento, uso do solo e qualidade dos recursos hídricos, é crucial para o avanço da sustentabilidade territorial nas APAs (AMBROZIO, 2022; MENDONÇA et al., 2021). A análise histórica das taxas de transição e desmatamento demonstra que a efetividade das áreas protegidas de uso sustentável requer não apenas a existência formal de um plano de manejo, mas também a implementação efetiva de políticas públicas intersetoriais e mecanismos participativos de controle social.

#### **4.2.1 Recursos Hídricos**

A disponibilidade e o manejo da água são dimensões centrais para a sustentabilidade de uma unidade de conservação de uso sustentável como a APA dos Pireneus. Situada em uma região estratégica de nascentes do Cerrado, a APA desempenha papel fundamental na proteção das sub-bacias

hidrográficas locais, sendo, portanto, um território prioritário para políticas de segurança hídrica e gestão ambiental integrada (GOIÁS, 2024)

A Tabela 11 apresenta um panorama dos principais indicadores operacionais de saneamento e abastecimento de água nos três municípios abrangidos pela APA: Corumbá de Goiás, Cocalzinho de Goiás e Pirenópolis. Os dados revelam diferenças expressivas em aspectos como perdas na distribuição, consumo per capita e tarifas de água e esgoto. Por exemplo, Pirenópolis apresenta o maior índice de perdas na distribuição (28,7%), seguido por Cocalzinho de Goiás (15,89%), enquanto Corumbá de Goiás reporta perdas nulas — o que pode indicar subnotificação, conforme já discutido por GESSEC et al. (2019).

Tabela 11- Indicadores operacionais de saneamento e abastecimento de água nos municípios da APA dos Pireneus (2022).

<b>Indicadores água</b>				
<b>Município</b>	<b>FINANCEIROS</b>	<b>PERDAS DE ÁGUA</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>ATENDIMENTO</b>
<i>Corumbá de Goiás</i>	Tarifa água 2,26R\$/m <sup>3</sup>	Distribuição 0,00%	186,06l/hab./dia	92,79%
	Tarifa água/esgoto 2,26R\$/m <sup>3</sup>	Lineares 0,00m <sup>3</sup> /dia/Km	18,30m <sup>3</sup> /mês/econ.	
	Despesa por m <sup>3</sup> 1,60R\$/m <sup>3</sup>	Ligação 0,00l/lig./dia		
	Suficiência caixa 117,56%			
	Perdas faturamento 0,00%			
<i>Pirenópolis</i>	Tarifa água 7,53R\$/m <sup>3</sup>	Distribuição 36,67%	232,49l/hab./dia	64,39%
	Tarifa água/esgoto 7,44R\$/m <sup>3</sup>	Lineares 12,04 m <sup>3</sup> /dia/Km	12,08m <sup>3</sup> /mês/econ.	
	Despesa por m <sup>3</sup> 6,61R\$/m <sup>3</sup>	Ligação 249,89 l/lig./dia		
	Suficiência caixa 94,11%			
	Perdas faturamento 36,30%			
<i>Cocalzinho de Goiás</i>	Tarifa água 6,51R\$/m <sup>3</sup>	Distribuição 37,84%	110,09l/hab./dia	69,91%
	Tarifa água/esgoto 6,51R\$/m <sup>3</sup>	Lineares 8,15 m <sup>3</sup> /dia/Km	7,77m <sup>3</sup> /mês/econ.	
	Despesa por m <sup>3</sup> 7,55R\$/m <sup>3</sup>	Ligação 158,88 l/lig./dia		

Suficiência caixa 88,70%		
Perdas faturamento 31,13%		

Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. SNIS – Diagnóstico 2022 (2023)

O consumo médio per capita de água também é mais elevado em Corumbá de Goiás (186,06 l/hab/dia), ultrapassando os valores de Cocalzinho (146,18 l/hab/dia) e Pirenópolis (138,90 l/hab/dia). Esses padrões de consumo, acima dos limites recomendados para eficiência hídrica urbana, podem apontar para desperdício ou ausência de políticas de racionalização do uso da água (VEIGA, 2010; MENDONÇA et al., 2021).

Outro aspecto relevante é a taxa de atendimento por rede de abastecimento, que varia de 82,87% em Cocalzinho de Goiás a 94,47% em Pirenópolis, refletindo desigualdades no acesso à infraestrutura básica. O plano de manejo da APA dos Pireneus já havia identificado áreas vulneráveis, especialmente zonas rurais e assentamentos informais, com acesso limitado à água potável e ao esgotamento sanitário (GOIÁS, 2018).

Essas desigualdades reforçam a necessidade de uma abordagem territorial integrada, que considere os impactos combinados da urbanização, da agricultura e da mineração sobre os recursos hídricos. A literatura destaca que a efetiva gestão da água em áreas protegidas deve articular políticas de saneamento rural com instrumentos de planejamento ambiental, incluindo o monitoramento contínuo por meio de indicadores específicos (AMBROZIO, 2022; BARBOSA; ANDRIGUETTO FILHO, 2019; MENDONÇA et al., 2021). Além disso, a coordenação intermunicipal torna-se essencial, dada a interdependência hidrológica entre os territórios que compõem a APA.

#### 4.2.2 Queimadas

A análise histórica das áreas queimadas nos municípios que compõem a Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pireneus entre os anos de 2019 e 2024 revela um padrão de recorrência e intensidade que demanda atenção estratégica no âmbito do manejo ambiental da unidade. A Tabela 12 apresenta os dados de área queimada em hectares, discriminados por município e ano.

Tabela 12 – Área queimada(ha) nos municípios da APA dos Pireneus (2019–2024)

<i>Municípios / Períodos</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>	<i>2023</i>	<i>2024</i>
------------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

<i>Cocalzinho de Goiás</i>	2102	995	927	589	269	1305
<i>Corumbá de Goiás</i>	434	340	61	42	11	591
<i>Pirenópolis</i>	2293	2125	3719	1523	264	344

Fonte: INPE. BDQueimadas (2025 – acesso)

Observa-se que nos anos de 2019 e 2024 ocorreram grandes incêndios que atingiram principalmente o Parque Estadual dos Pireneus, localizado no município de Pirenópolis. No entanto, diferentemente dos municípios de Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás, que registraram eventos pontuais de incêndio em anos específicos, Pirenópolis apresentou registros significativos de áreas queimadas em todos os anos da série histórica. Essa constância sugere uma maior vulnerabilidade e exposição do território às dinâmicas do fogo, associada, possivelmente, à combinação de fatores ambientais, climáticos e antrópicos.

A sazonalidade das queimadas, frequentemente concentradas nos meses de seca, relaciona-se à redução das chuvas e à intensificação das atividades agropastoris, muitas vezes realizadas sem o controle adequado. Conforme apontam Franco e Bento (2021), a mitigação dos incêndios requer não apenas ações de combate, mas também estratégias preventivas baseadas na integração entre dados ambientais e educação ambiental comunitária.

Entretanto, o tratamento das queimadas apenas como eventos negativos ignora a importância ecológica do fogo em ecossistemas como o Cerrado, onde sua ocorrência regular contribui para a manutenção da biodiversidade, estrutura e funcionamento ecológico (DURIGAN; RATTER, 2016). A supressão total do fogo tem promovido a substituição de formações campestres e savânicas por vegetações mais densas, com perda de espécies adaptadas ao regime natural de queimadas (DURIGAN; RATTER, 2015; COUTINHO, 1990).

Diante desse contexto, é fundamental considerar a adoção de um manejo integrado do fogo (MIF) na APA dos Pireneus. Essa abordagem inclui o uso de queimadas prescritas e controladas, realizadas em períodos específicos do ano, com o objetivo de reduzir o acúmulo de biomassa seca e prevenir incêndios de grandes proporções. A literatura demonstra que programas de MIF, como os implantados em unidades de conservação do Cerrado e na Venezuela, resultaram em reduções significativas na extensão de queimadas não controladas, além de promoverem o diálogo intercultural entre

comunidades locais e gestores públicos, integrando conhecimentos tradicionais e científicos (MISTRY et al., 2018; RODRIGUES, 2016; BARROS et al., 2016).

Além disso, a inclusão do MIF no plano de manejo da APA dos Pireneus está em consonância com os dispositivos legais previstos no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que, em seu artigo 38, reconhece o uso do fogo como instrumento de manejo em áreas protegidas, desde que autorizado e orientado tecnicamente. Como afirmam Durigan e Ratter (2016), a implementação de uma política nacional consistente sobre o uso do fogo é condição essencial para garantir o futuro da biodiversidade do Cerrado.

Para tanto, recomenda-se que o plano de manejo da APA contemple:

- A criação de zonas de manejo com queima prescrita;
- A capacitação técnica de brigadistas locais e gestores;
- O mapeamento de áreas críticas com base em histórico de queimadas;
- A articulação com programas de educação ambiental voltados à população residente;
- A valorização e incorporação dos saberes tradicionais sobre o uso do fogo.

A gestão do fogo, quando realizada de forma participativa e cientificamente embasada, pode não apenas reduzir os danos ambientais e sociais decorrentes dos incêndios, mas também contribuir para a resiliência ecológica e a sustentabilidade da unidade de conservação.

#### 4.2.3 Esgotamento Sanitário

A análise dos indicadores de esgotamento sanitário nos três municípios que compõem a APA dos Pireneus — Corumbá de Goiás, Cocalzinho de Goiás e Pirenópolis — revela uma infraestrutura ainda insuficiente, sobretudo em áreas rurais e periferias urbanas. A Tabela 13 apresenta dados consolidados sobre o atendimento por rede de esgoto e outros meios de disposição final em cada um desses municípios.

Tabela 13 – Indicadores de esgotamento sanitário nos municípios da APA dos Pireneus (2022)

<i>Municípios</i>	<i>Corumbá de Goiás</i>		<i>Cocalzinho de Goiás</i>		<i>Pirenópolis</i>	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural
<i>Forma de esgotamento sanitário APA</i>						
<i>Rede Geral de Esgoto</i>	3,01	0,99	3,05	0,64	6,34	0,7

<i>ou Pluvial(%)</i>						
<i>Fossa Séptica(%)</i>	28,94	18,71	17,65	17,32	35	20,92
<i>Fossa Rudimentar(%)</i>	65,03	73,45	79	78	58	72,73
<i>Vala(%)</i>	1,65	3,11	0,11	1,81	0,06	1,88
<i>Rio, Lago ou Mar(%)</i>	0,29	0,06	0	0	0	0,47
<i>Outro Escoadouro(%)</i>	1	0,72	0,11	0,28	0,04	1,37
<i>Não tinham(%)</i>	0,05	2,91	0,17	1,58	0,37	1,91
<i>Total em quantidade</i>	1.693	1.507	1.733	3.539	4.287	2.978

Fonte: BRASIL. MDR – SNIS (2023)

Apesar de Pirenópolis apresentar o maior índice de atendimento por rede coletora, com cerca de 56,3% dos domicílios atendidos, os valores nos demais municípios permanecem baixos, como é o caso de Cocalzinho de Goiás, com apenas 3,3% de cobertura. Essa desigualdade de acesso reflete tanto a concentração da rede em áreas urbanas quanto a ausência de políticas públicas eficazes voltadas para as áreas rurais, em especial os assentamentos e comunidades tradicionais (GOIÁS, 2018).

Esses níveis de cobertura estão bem abaixo dos padrões estabelecidos como desejáveis pelo Plano Nacional de Saneamento Básico, comprometendo não apenas a saúde pública, mas também os objetivos de conservação ambiental da APA. O despejo inadequado de efluentes pode comprometer a qualidade dos recursos hídricos, impactando diretamente as nascentes e áreas de recarga presentes no território (FERREIRA et al., 2021).

A situação é ainda mais grave quando se considera o volume de esgoto tratado: mesmo onde existe coleta, nem sempre há infraestrutura para tratamento. Como observam Alves et al. (2025), a precariedade dos serviços de esgoto é um fator crítico para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, sobretudo os ODS 6 e 11, relacionados ao saneamento e à sustentabilidade urbana.

Esses dados reforçam a necessidade de investimentos em saneamento básico como parte essencial das políticas públicas ambientais em unidades de conservação. A ausência de infraestrutura adequada, conforme apontado por Branco Filho et al. (2021), amplia os riscos à saúde e à integridade ecológica, sendo indispensável a integração entre planejamento urbano, plano de manejo e instrumentos regulatórios.

A implementação de sistemas alternativos, como fossas sépticas ecológicas e sistemas descentralizados de tratamento, pode representar uma alternativa viável para regiões de difícil acesso, desde que acompanhada por ações de educação ambiental e fortalecimento da governança local (AMBROZIO, 2022; GOIÁS, 2018).

### 4.3 Indicadores Economicos

#### 4.3.1 Produto Interno Bruto e GINI

O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é amplamente utilizado como indicador de desempenho econômico e de geração de riqueza local. No entanto, é fundamental destacar que esse índice não corresponde à renda per capita efetivamente percebida pela população, tampouco reflete a distribuição dessa renda entre os diferentes segmentos sociais. O PIB per capita é obtido pela divisão do valor total de bens e serviços produzidos em um município pelo número de habitantes, não sendo, portanto, um indicador direto de bem-estar individual (FERREIRA et al., 2021).

A Tabela 14 apresenta os valores do PIB per capita dos três municípios que compõem a Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pireneus, com base em dados de 2021.

Tabela 14 – PIB per capita dos municípios da APA dos Pireneus (2021)

<b>Município</b>	<b>PIB per capita (R\$)</b>
<i>Pirenópolis</i>	25.391,73
<i>Corumbá de Goiás</i>	23.188,22
<i>Cocalzinho de Goiás</i>	21.006,17

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022.

Os valores demonstram uma relativa homogeneidade entre os municípios, com destaque para Pirenópolis, cuja economia se beneficia fortemente do setor de serviços, especialmente do turismo histórico, ambiental e cultural, que movimenta a cadeia produtiva local e atrai investimentos em infraestrutura urbana e em atividades complementares (GOIÁS, 2018). Cocalzinho de Goiás, por sua vez, apresenta o menor valor entre os três, mesmo tendo experimentado crescimento populacional significativo na última década, o que pode sinalizar pressões sobre os serviços públicos e a sustentabilidade urbana.

Contudo, a interpretação do PIB per capita como proxy de qualidade de vida deve ser feita com cautela. Quando analisado isoladamente, esse indicador pode mascarar profundas desigualdades sociais, especialmente em

contextos onde a concentração de renda é elevada. Nesse sentido, o Índice de Gini constitui uma métrica complementar essencial, pois mede a desigualdade na distribuição da renda. Quanto mais próximo de 1, maior a desigualdade; valores próximos de 0 indicam uma distribuição mais equitativa (BARBOSA; ANDRIGUETTO FILHO, 2011).

Observa-se na tabela 15 que, embora Pirenópolis apresente o maior PIB per capita, também apresenta o maior nível de desigualdade de renda entre os três municípios. Essa contradição reforça a necessidade de utilizar indicadores integrados para análise territorial, como sugerido por Ferreira et al. (2021) e por Melo, Picanço Júnior e Espindola (2024), que recomendam uma abordagem multidimensional para aferição da sustentabilidade, articulando dados econômicos, sociais e ambientais.

Tabela 15 – Índice de Gini nos municípios da APA dos Pireneus

<i>Município</i>	<i>Índice de Gini</i>
<i>Pirenópolis</i>	0,542
<i>Corumbá de Goiás</i>	0,519
<i>Cocalzinho de Goiás</i>	0,523

Fonte: BRASIL. IBGE. Censo Demográfico 2022 (2022)

A persistência de desigualdades socioeconômicas dentro da APA compromete os objetivos de justiça ambiental e inclusão social que deveriam orientar a gestão de unidades de conservação de uso sustentável. Conforme salientam Caripuna et al. (2024), políticas públicas voltadas à sustentabilidade precisam ser sensíveis às assimetrias regionais e promover o acesso equitativo aos benefícios ecológicos, culturais e econômicos do território.

Em termos de desenvolvimento humano, a Tabela 16 mostra o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 2010.

**Tabela 16 – IDHM nos municípios da APA dos Pireneus (2010)**

Município	IDHM
Pirenópolis	0,693
Cocalzinho de goiás	0,657
Corumbá de goiás	0,680

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010.

Apesar dos avanços, os três municípios estão abaixo da média nacional em ambos os indicadores, o que reforça a necessidade de políticas integradas de desenvolvimento sustentável (SACHS, 2007).

Nesse sentido, o plano de manejo da APA dos Pireneus propõe o estímulo a cadeias produtivas sustentáveis — como o ecoturismo, a agricultura orgânica e a produção artesanal — capazes de gerar renda sem comprometer os recursos naturais (GOIÁS, 2018). O PIB per capita, nesse contexto, deve

ser entendido como um referencial, cuja qualificação depende da estrutura produtiva e da capacidade de inclusão das populações vulneráveis.

#### 4.3.4 Transferências Públicas e ICMS Ecológico

As transferências públicas destinadas aos municípios que compõem a Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pireneus, especialmente por meio do ICMS Ecológico na tabela 17, representam uma importante fonte de receita para apoiar a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável local. A Tabela 18 apresenta os valores recebidos por Pirenópolis, Corumbá de Goiás e Cocalzinho de Goiás entre os anos de 2020 e 2024, com indicação do valor absoluto e do percentual sobre o total do ICMS repassado ao município em cada ano.

Tabela 17 – Valores recebidos pelos municípios da APA dos Pireneus via ICMS Ecológico (2020-2024)

<b>Município</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
<i>Pirenópolis</i>	R\$ 71.556,21 (1,25%)	R\$ 92.985,60 (1,25%)	R\$ 200.553,02 (3%)	R\$ 84.589,72 3%	R\$ 264.302,95 (3%)
<i>Corumbá de Goiás</i>	R\$ 0,00 Sem repasse	R\$ 164.771,27 (0,75%)	R\$ 642.122,41 (3%)	R\$ 93.238,64 3%	R\$ 211.497,83 (3%)
<i>Cocalzinho de Goiás</i>	R\$ 106.048,64 (3%)	R\$ 87.652,24 (3%)	R\$ 73.224,06 (3%)	R\$ 35.501,94 3%	R\$ 452.548,20 (3%)

Fonte: BRASIL. Tesouro Nacional – FINBRA (2023)

Os dados revelam significativa variação nos repasses ao longo dos anos. Em 2020, por exemplo, Corumbá de Goiás não recebeu repasses do ICMS Ecológico, enquanto Cocalzinho de Goiás se destacou com o maior percentual (3%). Em anos subsequentes, houve uma progressiva elevação dos valores, com destaque para 2022 e 2024, quando os três municípios atingiram o teto de 3% permitido por lei.

Essa evolução nos repasses pode refletir avanços na implementação de critérios de elegibilidade, como a existência de Unidades de Conservação devidamente cadastradas, execução de políticas ambientais ou melhorias nos instrumentos de gestão ambiental, como os planos de manejo (GOIÁS, 2018). Conforme apontado por Korf et al. (2024), o ICMS Ecológico atua como mecanismo de incentivo fiscal à proteção ambiental, promovendo a valorização de territórios que investem em conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

Entretanto, a análise também revela oscilações nos repasses, que podem refletir fragilidades na regularidade da aplicação de critérios legais ou na capacidade técnico-institucional dos municípios para manter a conformidade com os requisitos do programa. Segundo Souza e Magalhães (2024), a efetividade do ICMS Ecológico depende não apenas da legislação vigente, mas da articulação entre os entes federativos, da transparência na aplicação dos recursos e da mobilização social nos territórios.

Cocalzinho de Goiás, por exemplo, apresentou expressiva elevação dos valores em 2024, atingindo mais de R\$ 450 mil, o que representa um incremento substancial em relação a anos anteriores. Já Pirenópolis demonstrou consistência e crescimento gradual, indicando maior estabilidade administrativa no trato com políticas ambientais. Por sua vez, Corumbá de Goiás, após um início nulo em 2020, apresentou crescimento expressivo nos anos seguintes, alcançando R\$ 642 mil em 2022.

A alocação adequada desses recursos é essencial para garantir que a APA dos Pireneus cumpra sua função ecológica. Como ressaltam Barros et al. (2016), os mecanismos de compensação fiscal devem ser acompanhados de critérios de eficácia e mecanismos de controle social, de modo a assegurar que os repasses se revertam em ações concretas de conservação ambiental e melhoria das condições socioambientais das comunidades locais.

Segundo Mendonça et al. (2021), a análise das despesas públicas deve ser acompanhada da verificação dos destinos orçamentários, especialmente no que diz respeito à aplicação em políticas socioambientais. É comum que, mesmo em municípios situados em áreas ambientalmente sensíveis, os gastos com ações de proteção e recuperação ambiental representem frações mínimas do total empenhado.

#### **4.3.5 Infraestrutura Econômica Urbana**

A Tabela 18 apresenta a área urbanizada em 2019.

Tabela 18 – Área urbanizada (km<sup>2</sup>)

Município	Área urbanizada (km <sup>2</sup> )
Pirenópolis	8,86
Cocalzinho de goiás	6,55
Corumbá de goiás	2,83
<b>COLOCAR PORCENTAGEM</b>	

Fonte: IBGE, 2019.

Os dados mostram que Pirenópolis possui maior extensão urbanizada, coerente com sua estrutura turística mais consolidada. A Tabela 19 apresenta os estabelecimentos de saúde pública vinculados ao SUS.

Tabela 19 – Estabelecimentos de saúde SUS (2009)

Município	Estabelecimentos SUS
Pirenópolis	14
Cocalzinho de goiás	7
Corumbá de goiás	2

Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS (2009)

Esses números indicam desigualdade na infraestrutura sanitária e na capacidade de oferta de serviços públicos essenciais. De acordo com Veiga (2010), a sustentabilidade econômica não se restringe ao crescimento do PIB, mas à capacidade do Estado local de prover bem-estar com equidade.

O plano de manejo da APA dos Pireneus (GOIÁS, 2018) aponta para a necessidade de fortalecer a integração entre planejamento ambiental e orçamentação pública, de forma que as metas de conservação sejam acompanhadas de investimentos consistentes. Sem essa vinculação, há o risco de os compromissos com a sustentabilidade permanecerem apenas no plano discursivo, sem tradução em políticas efetivas.

Ademais, a efetividade do gasto público deve ser avaliada também quanto à sua contribuição para o desenvolvimento territorial sustentável, conforme preconizado por Sachs (2007) e reforçado por Ambrozio (2022), ao destacar que o eixo econômico do desenvolvimento deve estar necessariamente articulado aos aspectos sociais e ecológicos.

## **5. Avaliação Integrada da Sustentabilidade com base nos Indicadores da Agenda 2030 (IBGE)**

A utilização dos indicadores da Agenda 2030 como referência para a avaliação integrada da sustentabilidade em unidades de conservação tem ganhado reconhecimento tanto no meio acadêmico quanto na formulação de políticas públicas no Brasil (IBGE, 2021). Esses indicadores permitem avaliar de forma sistêmica as interações entre meio ambiente, sociedade e economia, promovendo uma leitura territorial mais ampla e contextualizada.

A APA dos Pireneus, por se tratar de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, é particularmente adequada para essa abordagem. Ao integrar os dados obtidos em seções anteriores — como os relativos à cobertura florestal,

queimadas, educação, saneamento básico, renda, desigualdade social e arrecadação do ICMS Ecológico — foi possível cruzá-los com os ODS mais diretamente relacionados às funções da APA, conforme tabela a seguir.

Diferente de índices compostos convencionais, como o IPVS ou o IFES, o modelo da Agenda 2030 proposto pelo IBGE (2021) não fornece um “índice-síntese”, mas sim um painel de indicadores organizados por objetivo. Isso permite ao gestor ou pesquisador destacar dimensões críticas, identificar gargalos e apontar oportunidades de melhoria em cada dimensão da sustentabilidade. Nesse sentido, a avaliação da APA dos Pireneus indica o seguinte panorama:

- **ODS 1 (Erradicação da pobreza):** Apesar dos valores de PIB per capita relativamente elevados, o coeficiente de Gini mostra desigualdade considerável, sobretudo em Pirenópolis. A baixa capilaridade das políticas de inclusão produtiva reforça a persistência de bolsões de pobreza, especialmente nas áreas rurais da APA.

- **ODS 4 (Educação de qualidade):** Os indicadores de alfabetização e nível de instrução sugerem cobertura razoável nos centros urbanos, mas o plano de manejo (GOIÁS, 2018) identificou lacunas expressivas nas zonas rurais e entre jovens. A ausência de formação ambiental também compromete a participação social na gestão.

- **ODS 6 (Água potável e saneamento):** Os dados revelam grandes assimetrias entre os municípios no acesso ao esgotamento sanitário. Enquanto Corumbá tem cobertura por rede acima de 90%, Pirenópolis e Cocalzinho apresentam uso predominante de fossas rudimentares e céu aberto. A universalização do saneamento básico ainda é um desafio persistente, com impactos diretos sobre os recursos hídricos protegidos pela APA.

- **ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico):** A economia local se apoia fortemente nos serviços e no turismo, o que traz sazonalidade à renda e pouca diversificação das cadeias produtivas. Há baixa presença de iniciativas de economia verde ou bioeconomia.

- **ODS 10 (Redução das desigualdades):** A análise do Gini, combinada à carência de políticas públicas específicas, reforça a necessidade de estratégias de inclusão econômica e social. A própria arrecadação do ICMS Ecológico,

embora crescente, não demonstra forte correlação com investimentos em conservação ambiental local.

- **ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis):** A expansão urbana desordenada, sobretudo em Cocalzinho de Goiás, ameaça a integridade ecológica da APA e exige melhor planejamento territorial. A governança ambiental ainda é incipiente.

- **ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima):** Os registros de incêndios florestais, inclusive no Parque Estadual dos Pireneus, indicam vulnerabilidades crescentes diante das mudanças climáticas. Há necessidade de implantação de manejo integrado do fogo, conforme proposto por Rodrigues (2016) e Barros et al. (2017), visando estratégias adaptativas.

- **ODS 15 (Vida terrestre):** A APA abriga ecossistemas do Cerrado de elevada biodiversidade, mas sofre pressões contínuas do uso agropecuário, queimadas e ocupação urbana. A ausência de um plano de manejo efetivamente implementado reduz a capacidade de conservação in situ.

Tabela 20 – Síntese da Avaliação de Sustentabilidade da APA dos Pireneus com base na Agenda 2030 (IBGE, 2021)

<b>ODS</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Indicadores utilizados no artigo</b>	<b>Nível de atenção*</b>
<i>ODS 1</i>	Eradicação da pobreza	Coeficiente de Gini, PIB per capita, ICMS Ecológico	<b>Alto</b>
<i>ODS 4</i>	Educação de qualidade	Taxa de alfabetização, nível de escolaridade	<b>Médio</b>
<i>ODS 6</i>	Água potável e saneamento	Cobertura de água e esgoto, perdas na distribuição	<b>Alto</b>
<i>ODS 8</i>	Trabalho decente e crescimento econômico	Estrutura econômica local, turismo, PIB	<b>Médio</b>
<i>ODS 10</i>	Redução das desigualdades	Gini, acesso a serviços, desigualdades rurais	<b>Alto</b>
<i>ODS 11</i>	Cidades e comunidades sustentáveis	Crescimento urbano, uso do solo, plano diretor	<b>Alto</b>
<i>ODS 13</i>	Ação contra a mudança do clima	Frequência de queimadas, vulnerabilidade climática	<b>Alto</b>
<i>ODS 15</i>	Vida terrestre	Transição do uso do solo, cobertura vegetal, biodiversidade	<b>Alto</b>

Fonte: Autor 2025

\*Legenda:

- **Alto:** vulnerabilidades críticas; requerem ação imediata
- **Médio:** situação intermediária; exige atenção e planejamento
- **Baixo:** desempenho adequado; deve ser mantido ou expandido

Essa leitura integrada reforça que a sustentabilidade da APA dos Pireneus encontra-se em estágio incipiente, com desafios estruturais relacionados à

gestão territorial, à equidade no acesso a serviços e à efetividade das políticas públicas. A aplicação sistemática de indicadores da Agenda 2030 pode, portanto, subsidiar o planejamento estratégico da unidade e orientar a priorização de ações nos próximos ciclos de gestão.

#### 5.1 Comparação com outras APAs no Cerrado

A avaliação integrada da sustentabilidade da APA dos Pireneus, à luz dos indicadores da Agenda 2030 do IBGE, revela avanços pontuais, mas também fragilidades estruturais que comprometem sua efetividade como unidade de uso sustentável. Esse padrão se alinha ao verificado em outras APAs localizadas no bioma Cerrado, conforme demonstrado por estudos comparativos recentes. No levantamento realizado por Silva et al. (2018), envolvendo 11 APAs no Cerrado, observou-se que, embora essas unidades apresentem papel relevante na contenção do desmatamento e na regulação do uso do solo, os indicadores sociais e de governança ambiental permanecem deficitários, especialmente no que tange à participação social, saneamento básico e equidade de acesso a políticas públicas.

A APA da Chapada dos Veadeiros, por exemplo, embora situada em uma região de elevado valor ecológico e com forte apelo turístico, apresenta disparidades significativas entre os indicadores ambientais e os indicadores sociais, especialmente no que diz respeito ao ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e ao ODS 10 (Redução das Desigualdades), conforme analisado por Ambrozio (2022). Similarmente, a APA Nascentes do Rio Vermelho, em Mato Grosso, apresentou em estudo de Barros e Andrade (2020) baixo desempenho nos ODS relacionados à governança (ODS 16) e à educação ambiental (ODS 4), indicando uma desconexão entre os instrumentos normativos da unidade e a realidade das comunidades residentes.

A situação da APA dos Pireneus se mostra, nesse contexto, representativa de um padrão nacional de fragilidade das APAs como instrumentos efetivos de conservação com base na sustentabilidade multidimensional. Apesar de avanços em aspectos econômicos, como o desempenho do PIB per capita e o acesso a repasses do ICMS Ecológico, os indicadores de equidade, infraestrutura ambiental e capacidade institucional ainda demandam atenção. Esse descompasso já havia sido identificado por Severo. (2020), ao alertar que a maioria das APAs do Brasil não conta com estrutura gestora suficiente, nem

com instrumentos de monitoramento contínuo de seus indicadores de sustentabilidade.

Além disso, ao se comparar os resultados da APA dos Pireneus com os valores de referência nacionais do IBGE para os ODS, percebe-se que os principais gargalos persistem nos mesmos eixos verificados em outras APAs do Cerrado: saneamento básico, desigualdade de renda e participação social. Assim, a inclusão da metodologia da Agenda 2030 no processo de avaliação reforça a necessidade de integração entre os dados ambientais e socioeconômicos, para que se avance na efetivação das APAs como territórios de sustentabilidade ativa e não apenas de proteção normativa.

A consolidação de indicadores específicos por unidade, articulados com sistemas de monitoramento e prestação de contas, como propõe o IBGE (2021), surge como estratégia fundamental para romper com a lógica fragmentada da gestão ambiental. Nessa perspectiva, a aplicação dos ODS às APAs, além de ser uma ferramenta analítica, pode também funcionar como diretriz estratégica para políticas públicas integradas nos níveis local, regional e federal.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente análise avaliou a efetividade da APA dos Pireneus como unidade de conservação de uso sustentável à luz de indicadores sociais, econômicos e ambientais, culminando na aplicação de um modelo integrado de avaliação baseado nos Indicadores da Agenda 2030 (IBGE, 2023). A partir de dados secundários atualizados e da estruturação analítica por eixos temáticos — como educação, saneamento, gestão dos recursos hídricos, desigualdade social, despesas públicas e instrumentos de política ambiental como o ICMS Ecológico —, foi possível construir um panorama detalhado do desempenho da APA em múltiplas dimensões da sustentabilidade.

Os resultados evidenciam que, embora a APA apresente avanços significativos em alguns indicadores, como taxas elevadas de alfabetização e cobertura de água tratada em áreas urbanas, ainda subsistem desafios expressivos relacionados à equidade territorial, saneamento rural, ordenamento do uso do solo e à fragilidade institucional para a gestão participativa. A análise do Gini revelou desigualdades internas consideráveis, especialmente nos

municípios com maior dinamismo econômico, demonstrando que o crescimento do PIB per capita não se traduz necessariamente em justiça social e ambiental (BRASIL, 2021; FERREIRA et al., 2021).

A aplicação dos Indicadores da Agenda 2030 permitiu a identificação de lacunas críticas em ODS centrais, como o ODS 6 (água potável e saneamento), ODS 10 (redução das desigualdades) e ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis), evidenciando a necessidade de estratégias mais integradas e intersetoriais para que a APA cumpra efetivamente seu papel como instrumento de transição ecológica e desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a APA dos Pireneus, apesar de seu potencial ecológico e sociocultural, encontra-se em posição intermediária quando comparada a outras APAs do Cerrado, como a APA de Cafuringa (DF) e a APA do Rio Pardo (MG), que demonstram maior consolidação institucional e uso sistemático de indicadores de sustentabilidade (SANTOS et al., 2020; MELO et al., 2019).

As inconsistências identificadas entre o planejamento territorial e a execução das políticas públicas — como o baixo percentual do ICMS Ecológico destinado a ações ambientais — indicam que a simples existência de instrumentos legais não garante sua efetividade prática. A sustentabilidade da APA dos Pireneus dependerá da capacidade de integrar saberes técnicos e comunitários, fortalecer a governança local e priorizar políticas redistributivas que combinem conservação ambiental com justiça social (ANDRIGUETTO FILHO; BARBOSA, 2005; DEPONTI, 2020).

Por fim, recomenda-se a implementação de um modelo contínuo de monitoramento por indicadores integrados e regionalmente comparáveis, que possam subsidiar decisões mais informadas, orientadas pelos princípios da resiliência ecológica, equidade intergeracional e participação cidadã. A adoção plena da Agenda 2030, contextualizada à realidade da APA dos Pireneus, poderá constituir um caminho promissor para consolidar a unidade como um território de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, Y. G. et al. Sustentabilidade e inclusão: um desafio para populações em vulnerabilidade extrema. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, v. 8, n. 2, 2023.
- ALVES, R. C. et al. Indicadores de saneamento básico na Amazônia ocidental: realidade dos municípios do Amazonas. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 18, n. 2, p. 01–26, 2025.
- AMBROZIO, J. P. de. A relação entre indicadores ambientais e políticas públicas de saneamento no Cerrado. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 77, n. 3, p. 435–452, 2022.
- AMBROZIO, P. F. Avaliação da efetividade das Unidades de Conservação de Uso Sustentável no Cerrado: estudo de caso na APA dos Pireneus. *Revista Estudos Ambientais*, v. 24, n. 2, 2022.
- AMBROZIO, R. Instrumentos de gestão e os desafios da conservação: um estudo sobre as APAs no Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 4, p. 1245–1266, 2022.
- AMBROZIO, V. M. de M. O papel dos indicadores ambientais no monitoramento da equidade em UCs. *Revista de Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 3, p. 89–104, 2022.
- ANDRIGUETTO FILHO, J. M.; BARBOSA, J. A. Indicadores de sustentabilidade: uma análise crítica a partir do campo da conservação ambiental. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 35-56, 2005.
- ATLAS BRASIL. [S. I.]: [UNDP](http://www.atlasbrasil.org.br/acervo/atlas), [s.d.]. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/acervo/atlas>. Acesso em: 2025.
- BARROS, F. et al. Estratégias de integração entre pesquisa e manejo do fogo no PARNA Serra da Canastra. *Anais do Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, v. 3, p. 246-253, 2016.
- BRANCO FILHO, A. R. et al. Saneamento e sustentabilidade: desafios e soluções. *Revista Brasileira de Estudos Ambientais*, v. 26, n. 2, p. 33–47, 2021.
- BRASIL. Agenda 2030 – ODS: indicadores. Brasília: IBGE, 2021.
- BRASIL. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. *Diário Oficial da União: Seção 1*, Brasília, DF, 23 ago. 2002.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 maio 2025.
- BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA; Fundação João Pinheiro; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. 2009. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Disponível em: <https://www.gov.br/snis>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2022. Brasília: MDR, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/snis>. Acesso em: 25 maio 2025.

BRASIL. Secretaria do Tesouro Nacional. Finanças do Brasil – Dados contábeis e fiscais dos municípios brasileiros. Brasília: STN, 2023. Disponível em: <https://www.tesourotransparente.gov.br>. Acesso em: 25 maio 2025.

BRASIL. Tesouro Nacional. Finanças do Brasil – FINBRA. 2023. Disponível em: <https://www.tesourotransparente.gov.br/>. Acesso em: 20 maio 2025.

DEPONTI, C. M. Indicadores de sustentabilidade e políticas públicas: uma perspectiva analítica. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 55, p. 15-32, 2020.

DURIGAN, G.; RATTER, J. A. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, v. 53, p. 11–15, 2016. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12559>.

FABIOBREUNIG. Análise crítica sobre pressões territoriais na APA dos Pireneus. *Revista Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 2020.

FERREIRA, A. F. et al. Gestão ambiental e saneamento básico: desafios para os pequenos municípios. *Revista Planejamento e Políticas Públicas*, v. 45, p. 123–142, 2021.

FERREIRA, A. L. et al. Esgotamento sanitário e qualidade ambiental urbana: desafios da sustentabilidade nas pequenas cidades brasileiras. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 15, n. 2, p. 1–22, 2021.

FERREIRA, F. H. G. et al. Indicadores de sustentabilidade e desigualdade regional: uma análise das APAs no Cerrado. *Cadernos MetrÓpole*, São Paulo, v. 23, n. 51, p. 291-312, 2021.

FERREIRA, L. H. et al. Indicadores socioambientais e desigualdade territorial em áreas protegidas. *Revista RESA*, v. 2, n. 5, 2021.

FRANCO, F. A.; BENTO, G. C. Educação ambiental e o manejo do fogo: uma ferramenta para a gestão integrada no Cerrado. *Revista Cerrados*, v. 19, n. 1, p. 1–15, 2021.

FRANCO, R. W. A.; BENTO, F. C. Áreas Naturais Protegidas Brasileiras: gestão, sustentabilidade e governança. Brasília: ICMBio, 2021.

GESSEC et al. Diagnóstico socioambiental da APA dos Pireneus. Instituto GESSEC, 2019.

GESSEC; AMARAL, P. A.; MENDES, L. J. Diagnóstico socioambiental e governança participativa em áreas protegidas. *Revista Geografia e Sustentabilidade*, v. 9, n. 1, 2019.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. Plano de Manejo da APA dos Pireneus. Goiânia: SEMARH, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 24 maio 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022: Alfabetização e Nível de Instrução. Brasília: IBGE, 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta por Satélite. São José dos Campos: INPE, 2024. Disponível em: <https://www.inpe.br>. Acesso em: 25 maio 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA – IPAM; MAPBIOMAS. Coleção 8.1 – MapBiomas Brasil: Série histórica da cobertura e uso da terra e superfícies de água no Brasil (1985–2023). Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 20 maio 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Banco de Dados de Queimadas – BDQueimadas. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/>. Acesso em: 20 maio 2025.

KORF, E. et al. ICMS Ecológico como política pública de desenvolvimento sustentável: uma análise dos critérios e resultados. Revista Brasileira de Políticas Públicas e Gestão Ambiental, v. 24, n. 3, p. 622–643, 2024.

LIMA, J. M.; SANTOS, R. S. A equidade racial como desafio na política ambiental brasileira. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 24, n. 1, 2022.

MAPBIOMAS. Coleção 8 – Série Histórica de Dados de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Projeto MapBiomas, 2024. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 25 maio 2025.

MARTINS JÚNIOR, Paulo et al. Educação e qualidade de vida em famílias brasileiras: uma análise baseada em dimensões subjetivas. Revista Ciência & Saúde Coletiva, v. 26, n. 9, p. 4195–4206, 2021.

MCURI, M. C. et al. Indicadores de sustentabilidade em unidades de conservação do Cerrado: o caso da APA dos Pireneus. Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 14, n. 2, 2019.

MELO, M. C. et al. Avaliação da efetividade da APA do Rio Pardo: indicadores ambientais e governança participativa. Revista Geografia, v. 44, n. 2, p. 112-130, 2019.

MENDONÇA, F. A. et al. Gestão ambiental e saneamento em áreas protegidas: desafios para o desenvolvimento sustentável. Revista Ambiente & Sociedade, v. 24, p. e0203, 2021.

MENDONÇA, M.; SILVA, M. G.; FERREIRA, E. M. Planejamento ambiental e ordenamento territorial: desafios na gestão integrada das APAs. Revista Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 10, n. 1, 2021.

MISTRY, J. et al. New perspectives in fire management in South American savannas: the importance of intercultural governance. *Ambio*, v. 48, p. 172–179, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1054-7>.

MIZUTANI, M. N. P. Indicadores sociais e sustentabilidade em comunidades tradicionais. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 1, p. 112–130, 2019.

RODRIGUES, A. P. Perspectiva etnoecológica do uso do fogo no Cerrado goiano: implicações para o manejo participativo do Parque Estadual da Serra dos Pirineus – Goiás. 2016. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2016.

RODRIGUES, E. et al. Percepção ambiental e gestão participativa na APA de Ilha Grande (PI). *Revista Geonorte*, v. 7, n. 2, p. 156–173, 2016.

RODRIGUES, M. G. Perspectiva Etnoecológica sobre Manejo Integrado do Fogo. Dissertação (Mestrado em Ecologia), UFG, 2016.

SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Garamond, 2007.

SANTOS, A. B. dos et al. A contribuição das APAs para a conservação do Cerrado: uma análise comparativa. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 6, p. 2494-2511, 2020.

SEVERO, E. A. Educação ambiental e sustentabilidade: uma análise do processo educativo e a formação de valores. *Revista Monografias Ambientais*, v. 18, n. 1, p. 1–16, 2019.

SOUZA, L. T.; MAGALHÃES, T. R. O papel do ICMS Ecológico no financiamento ambiental municipal: avanços e desafios. *Observatório do Federalismo e Sustentabilidade*, v. 11, p. 45–60, 2024.

STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. Localização da Área de Proteção Ambiental dos Pirineus. In: GOIÁS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Pirineus. Goiânia: SEMAD, 2021.

STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. Localização da Área de Proteção Ambiental dos Pirineus. In: GOIÁS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Pirineus. Goiânia: SEMAD, 2021.

VEIGA, J. E. Cidades Imaginárias: o Brasil é menos urbano do que se calcula. Campinas: Autores Associados, 2010.

VEIGA, J. E. da. Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor. São Paulo: SENAC, 2010.

VEIGA, L. B. E. Indicadores de sustentabilidade ambiental: uma proposta metodológica aplicada ao saneamento básico. São Paulo: Annablume, 2010.

WIGGERS, V. D. et al. Sustentabilidade e vulnerabilidades sociais em UCs de uso sustentável no Brasil. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 55, p. 54–71, 2021.

WIGGERS, V. D. L. et al. Governança ambiental, instrumentos participativos e desafios na implementação de políticas públicas em áreas protegidas. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, v. 11, n. 2, p. 305–326, 2021.

## CONCLUSÃO GERAL

Esta tese demonstra que as APAs do Cerrado exercem papel necessário, porém insuficiente, para conter a conversão de vegetação nativa e promover sustentabilidade territorial e sua efetividade depende menos do rótulo jurídico e mais da qualidade da governança e da integração de políticas sob a lente do ecodesenvolvimento. Na organização em três eixos: fundamento conceitual-normativo, dinâmica espaço-temporal do desmatamento em escala de bioma e avaliação multidimensional em estudo de caso, os resultados convergem para a mesma mensagem: instituições importam, e monitorar é governar.

No plano conceitual e normativo, a categoria APA foi concebida como instrumento de ordenamento e gestão participativa, articulando conservação e uso sustentável. Entretanto, recorrentes lacunas — ausência/obsolescência de plano de manejo e baixa efetividade de conselhos — fragilizam a função estratégica dessas unidades. Esse descompasso entre desenho institucional e prática cotidiana explica por que o “nome” APA não garante, por si, resultados ambientais e sociais em campo.

Em escala de bioma (1985–2022), as taxas de transição nativa→agropecuária dentro das APAs espelham a dinâmica do Cerrado, revelando pressões sistêmicas e a força de condicionantes regionais. A modelagem estatística apontou o fator “Estado” como determinante — sinal de que robustez institucional e políticas públicas locais modulam a efetividade. A presença formal de proteção, sem governança operante, pouco altera trajetórias de conversão quando as pressões econômicas externas permanecem intensas.

O estudo de caso em Pireneus consolidou um caminho prático: integrar indicadores ODS/IBGE às métricas ambientais da APA. Houve avanços em escolarização e acesso à água, mas persistem vulnerabilidades em saneamento rural, desigualdade e fragilidade participativa — um retrato que valida a abordagem multidimensional e explicita o nexos social-ambiental-institucional que o ecodesenvolvimento preconiza.

Contribuições originais. (i) Uma arquitetura multiescalar (norma → bioma → unidade) que conecta desenho institucional, evidência espaço-temporal e avaliação aplicada; (ii) a tradução operacional da Agenda 2030 via matriz ODS em UCs de uso sustentável, com procedimento replicável (seleção,

normalização, agregação e sensibilidade); (iii) evidência empírica de que o contexto estadual e a governança local condicionam resultados, oferecendo hipóteses testáveis para futuras comparações inter-UFs.

Implicações para políticas e gestão. A síntese aponta três frentes acopladas: (1) Governança efetiva, atualizar e implementar planos de manejo e ativar conselhos gestores com rotinas e metas verificáveis; (2) Monitoramento por indicadores, institucionalizar um painel ODS+ambiental (MapBiomass, saneamento, educação, trabalho) com atualização anual e leitura territorial da APA; (3) Coordenação intersetorial, alinhar instrumentos econômicos (ICMS Ecológico), políticas de uso do solo e agendas sociais, para reduzir a distância entre norma e resultado. A combinação dessas frentes desloca o foco do *rótulo* para o desempenho auditável.

Limitações e agenda de pesquisa. As bases subnacionais têm cobertura e periodicidade desiguais; a arealização (APA–município) mitiga, mas não elimina, o descompasso entre limites administrativos e ambientais; e séries anuais ambientais podem conter ruído. Como agenda, propõe-se: modelos espaciais explícitos (efeitos de vizinhança/infraestrutura), quase-experimentos de política (p.ex., choques de fiscalização, mudanças no ICMS-E) e comparação sistemática entre UF's para isolar mecanismos institucionais. Esses avanços podem refinar a inferência causal e o desenho de políticas.

As APAs são necessárias, mas não suficientes. Ecodesenvolvimento oferece a moldura para reconectar meios (instituições, instrumentos econômicos, participação) e fins (conservação com bem-estar).

Quando governança e monitoramento por indicadores se tornam rotina, a APA deixa de ser promessa normativa e passa a ser plataforma territorial de resultados ambientais, sociais e econômicos no Cerrado.