ANAIS

ANÁLISE DAS POLÍTICAS DE CONTROLE AMBIENTAL NA AMAZÔNIA

WILLIAN DOS SANTOS FLORES
senhorflores@hotmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

JONATHAN GONÇALVES DA SILVA
jonathandasilva@ufgd.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

LEANDRO VINICIOS CARVALHO
leandrocarvalho@ufgd.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ROSELAINE BONFIM DE ALMEIDA
roselainealmeida@ufgd.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

RESUMO: Este estudo analisa criticamente as políticas de controle do desmatamento na Amazônia entre 2004 e 2024, destacando avanços e retrocessos. Utilizando dados quantitativos do PRODES/INPE e revisão sistemática da literatura, o artigo identifica três fases distintas: redução significativa (2004-2012), estabilização (2013-2018) e aumento preocupante (2019-2024). Fatores como pressões econômicas, fragilização institucional e descontinuidade política são apontados como determinantes para a eficácia das ações. Recomenda-se um modelo integrado de governança, com fortalecimento institucional, instrumentos econômicos e inovação tecnológica para conciliar desenvolvimento e conservação. A relevância do estudo reside no papel crucial da Amazônia para o clima global e na urgência de políticas consistentes.

PALAVRAS CHAVE: Desmatamento. Amazônia. Políticas ambientais. Governança. Sustentabilidade.

ABSTRACT: This study critically analyzes deforestation control policies in the Amazon between 2004 and 2024, highlighting progress and setbacks. Using quantitative data from PRODES/INPE and a systematic literature review, the article identifies three distinct phases: significant reduction (2004-2012), stabilization (2013-2018), and a concerning increase (2019-2024). Factors such as economic pressures, institutional weakening, and policy discontinuity are identified as determinants of policy effectiveness. An integrated governance model is recommended, combining institutional strengthening, economic instruments, and technological innovation to balance development and conservation. The study underscores the Amazon's critical role in global climate regulation and the urgency for consistent policies.

KEY WORDS: Deforestation. Amazon. Environmental policies. Governance. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Amazônia corresponde a mais de um terço de todas as florestas tropicais do planeta e durante, sobretudo, as últimas duas décadas vem enfrentando uma crise ambiental sem precedentes. Entre os anos de 2004 a 2024 a região experimentou uma dinâmica complexa de desmatamento, marcada por avanços e retrocessos nas políticas de controle ambiental (Nobre *et al*., 2016). Este estudo examina criticamente esse período, analisando os fatores que influenciaram a eficácia das principais políticas públicas implementadas.

A problemática central reside na aparente contradição entre os esforços institucionais e a persistência de altas taxas de degradação florestal. Enquanto o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) obteve sucesso inicial (West; Fearnside, 2021), diversos estudos apontam para um cenário de fragilização progressiva dos mecanismos de controle (Carvalho *et al*., 2019; Silva *et al*., 2022).

Os objetivos específicos deste trabalho incluem: (1) avaliar o impacto temporal das políticas ambientais; (2) identificar as disparidades regionais na implementação; (3) propor um modelo integrado de governança. A relevância do estudo justifica-se pelo papel importante da Amazônia na regulação climática global e pela urgência em conciliar desenvolvimento econômico com conservação ambiental (Lapola *et al*., 2023).

A metodologia adotada combina a análise quantitativa de séries históricas do PRODES/INPE com uma revisão sistemática da literatura científica, abrangendo o período de 2004 a 2024. O artigo está organizado em introdução, revisão teórica, procedimentos metodológicos, apresentação dos resultados e discussões, considerações finais e, ao final, são apresentadas as referências que embasam o estudo.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 Uma Análise do Contexto Ambiental do Bioma Amazônia

A Amazônia brasileira abriga uma grande quantidade de árvores de distintas espécies que são as responsáveis, juntamente com os animais que habitam a região, em garantir a manutenção do equilíbrio biológico do bioma (Gomes *et al*., 2019). Essa biodiversidade singular está ameaçada por padrões históricos de ocupação predatória, que resultaram na perda de mais de 10% da cobertura florestal original (INPE, 2024). Os impactos ecossistêmicos que representam os maiores perigos para a extinção ou a alteração severa do bioma incluem as alterações nos regimes hidrológicos da região (Baker; Spracklen, 2019), o aumento das emissões ocasionados sobretudo pelas mudanças no uso da terra que são estimadas em 0,2 petagramas de carbono/ano (Albert *et al*., 2023); e. além disso, o risco de extinção de 58% das espécies arbóreas até 2050, conforme previsão do estudo de Gomes *et al*. (2019). A soma desses fatores podem levar a um compromentimento do bioma a tal ponto que ele possa chegar ao que se denomina ponto de não retorno, ou seja, um ponto em que não seja mais possível recuperar o bioma das degradações que tem sofrido nos últimos anos.

2.2 Marco Legal e Políticas Públicas

Alguns autores levantaram pontos importantes que foram determinantes para as mudanças no comportamento do desmatamento no bioma Amazônia durante as últimas décadas, que estão ilustrados no Quadro 1.

QUADRO 1. Síntese dos Planos de Proteção e Controle ao Desmatamento no Bioma Amazônia entre os anos de 2004 a 2024.

Categoria dos Planos	Nome do Plano de Ação	Breve Descrição	Autores
Primeira Geração (2004 a 2012)	PPCDAm	Plano Multiministerial que atua em diversas frentes de controle ao desmatamento que conseguiu uma taxa de redução de 83% no desmatamento.	West; Fearnside (2021)
	Monitoramento via Satélite	Gerar pena de restrição de crédito para os infratores	(Pereira; Júnior; Moreira, 2023; West; Fearnside, 2021)
Segunda Geração (2012 a 2018)	Revisão do Código Florestal	Gerou uma sequência de contradições entre anistias e proteção.	(Albuquerque Sant'Anna; Costa, 2021)
	Plano ABC	Incentivos à agricultura de baixo carbono	(Silva *et al*., 2022; Trancoso, 2021)
Terceira Geração (2018 a 2024)	Retomada do PPCAm	Aumento do desmatamento em áreas protegidas e pressões comerciais nos preços das *commodities*	(Harding *et al*., 2021) (Silva *et al*., 2022)

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do que foi exposto no Quadro 1 é possível observar que a literatura recente destaca a necessidade de abordagens integradas para combate ao desmatamento que devem entrar em contato com temas de diversos aspectos, como as diferentes dinâmicas globais, as governanças em diferentes níveis das cadeias de produção e utilizar com maior intensidade e eficiências as tecnologias de monitoramento para maior controle dos focos de desmatamento (Berman *et al*., 2021; de Andrade *et al*., 2022; Pereira *et al*., 2023).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa adotou uma abordagem metodológica mista, combinando análise quantitativa de dados secundários com revisão sistemática da literatura, seguindo as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). O desenho do estudo foi estruturado para capturar tanto as dimensões temporais do desmatamento quanto os fatores qualitativos que influenciaram a eficácia das políticas públicas no período de 2015 a 2024.

Para a componente quantitativa, foram utilizados dados oficiais do sistema

PRODES/INPE, que fornece monitoramento por satélite da cobertura florestal na Amazônia Legal. Esses dados incluíram:

- **Taxas mensais de desmatamento**, medidas em área (km²) e número de polígonos de desmatamento identificados;
- **Classificação dos tipos de desmatamento**, como cicatrizes de queimadas, corte seletivo (desordenado e geométrico), degradação florestal, corte raso e áreas de mineração;
- **Distribuição espacial** por estados do bioma amazônico (Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins);
- **Sazonalidade**, com análise dos períodos do ano e meses críticos de desmatamento.

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas dessas variáveis, revelando padrões importantes. A média de área desmatada foi de 6.812 km², com uma mediana significativamente menor (569 km²), indicando a presença de valores extremos que distorcem a distribuição. O desvio padrão elevado (34.526 km²) confirma a alta variabilidade nos dados. Nota-se concentração no estado do Mato Grosso (código 5) e predominância do tipo "degradação" (código 5), sugerindo padrões distintos de pressão antrópica.

TABELA 1. Estatística Descritiva da Área Desmatada dos Estados Brasileiros.

Métrica	YEAR	MONTH	AREA	UF	CLASSNAME	NUMPOL
Média	2019,945	6,923404	6812,065	4,994149	4,909043	123,4601
Mediana	2020,000	7,000000	569,0000	5,000000	5.000000	15,00000
Máximo	2024,000	12,00000	1054277,000	9,000000	8.000000	9046,000
Mínimo	2015,000	1,000000	0.000000	1,000000	1.000000	1,000000
Desvio Padrão	2,743907	3,250143	34526,05	2,315721	2,145846	371,1149
Assimetria	-0,083946	-0.204263	16,17157	-0,230711	-0.553731	9,080840
Curtose	1,818020	1,986212	360,7998	2,016764	2,316543	144,4200
Jarque-Bera	223.2915	1,935790	2022046,000	184,8140	265,3283	3184948
Probabilidade	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Soma	7594993,000	26032,000	25613364,000	18778,000	18458,000	464210
Soma Quadrada	28301,60	39707,94	4.48E+12	20157,87	17308,89	5.18E+08
Observações	3760	3760	3760	3760	3760	3760

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do PRODES/INPE (2025).

Na componente qualitativa, foi realizada revisão sistemática de 29 artigos científicos selecionados nas bases *Scopus* e *Web of Science*, utilizando os descritores "Amazon deforestation" e "environmental policy". Os estudos foram analisados criticamente em três eixos: (1) eficácia das políticas públicas, (2) fatores econômicos associados e (3) inovações em monitoramento.

A análise estatística empregou técnicas diversas:

1. **Estatística descritiva** para caracterizar a distribuição espacial e temporal do desmatamento;
2. **Testes ANOVA** para comparar médias entre estados e tipos de desmatamento;
3. **Modelos de cointegração de Johansen** para identificar relações de longo prazo entre variáveis;
4. **Regressões multivariadas** para avaliar o impacto de commodities agrícolas.

Os resultados dessas análises, apresentados na seção seguinte, permitiram não apenas

quantificar os padrões de desmatamento, mas também compreender as lacunas na implementação das políticas públicas. A abordagem metodológica adotada proporcionou uma visão abrangente do problema, integrando perspectivas quantitativas e qualitativas para subsidiar as recomendações de políticas apresentadas nas conclusões deste trabalho.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados revelou padrões distintos de desmatamento na Amazônia entre 2004 e 2024, com implicações importantes para a política ambiental. Os resultados serão apresentados de forma integrada, combinando evidências quantitativas com discussões qualitativas baseadas na literatura especializada.

4.1 Dinâmica Temporal do Desmatamento

A série histórica do PRODES/INPE permitiu identificar três fases claras na evolução do desmatamento. O período entre 2004 e 2012 marcou uma fase de redução significativa, com queda acumulada de 83% nas taxas anuais. Este resultado corrobora os achados de West e Fearnside (2021), que atribuem o sucesso à combinação de monitoramento por satélite, ações coercitivas e restrição de crédito para infratores implementadas pelo PPCDAm.

Entretanto, a fase seguinte (2013-2018) apresentou relativa estabilização em patamares médios de 6.500 km²/ano, seguida por um preocupante crescimento a partir de 2019, atingindo o pico de 13.235 km² em 2021. A análise indica uma possível correlação entre este aumento e os preços internacionais de *commodities*. Como alertam Coelho-Junior *et al.* (2022), este período pode ter coincidido com reduções no orçamento para fiscalização ambiental, comprometendo a capacidade operacional dos órgãos responsáveis.

4.2 Padrões Espaciais e Setoriais

A distribuição espacial do desmatamento apresentou concentração em três estados principais, cada um com dinâmicas distintas. No Mato Grosso, predominou o corte raso que pode estar associado à expansão da fronteira agrícola, enquanto no Pará observou-se maior incidência de degradação florestal, possivelmente vinculada à extração madeireira e atividades minerárias. Rondônia, por sua vez, apresentou padrão distinto, com cicatrizes de queimadas. Estas diferenças regionais exigem, conforme argumentam Hänggli et al. (2023), políticas diferenciadas que considerem as especificidades locais.

4.3 Avaliação da Eficácia Política

O estudo da eficácia das principais políticas revelou resultados contrastantes. O PPCDAm demonstrou impacto em seu período inicial, mas perdeu efetividade progressivamente após 2015. A literatura sugere que esta queda está relacionada à:

1. Fragilização dos mecanismos de comando e controle (Silva *et al.,* 2022);
2. Redução na capacidade de fiscalização in loco (Silva *et al.,* 2022; Coelho-Junior *et al.,* 2022); e
3. Pressões políticas por flexibilização (Hänggli *et al.,* 2023; West; Fearnside, 2021).

O Código Florestal, por outro lado, apresentou desempenho ambíguo. Embora tenha criado mecanismos importantes como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), a análise documental revelou que a maior parte das áreas irregulares permaneciam sem adequação em 2024 (Albuquerque Sant'Anna; Costa, 2021). Além disso, os conflitos em assentamentos rurais poderiam indicar falhas na implementação.

4.4 Lições e Recomendações

A síntese das evidências permite extrair lições valiosas para o desenho de políticas futuras. Entre os principais sucessos, destacam-se:

- O modelo integrado de monitoramento e fiscalização do PPCDAm (2004-2012);
- Os avanços tecnológicos no sensoriamento remoto; e
- A criação de unidades de conservação estratégicas.

Contudo, os fracassos identificados - especialmente a descontinuidade política e a incapacidade de conter pressões econômicas - apontam para a necessidade de reformulações profundas. Neste sentido, propõe-se um conjunto de medidas organizadas em três eixos principais:

1. **Fortalecimento Institucional**
    - Criação de um Sistema Nacional Integrado de Monitoramento;
    - Aumento do efetivo e recursos para institutos responsáveis pela fiscalização; e
    - Estabelecimento de metas plurianuais vinculantes.
2. **Instrumentos Econômicos**
    - Expansão do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais;
    - Certificação obrigatória para commodities amazônicas; e
    - Incentivos fiscais para práticas sustentáveis.
3. **Inovação Tecnológica**
    - Plataforma unificada de alertas em tempo real;
    - Uso de *blockchain* para rastreabilidade da produção; e
    - Inteligência artificial para análise preditiva.

Estas recomendações, quando analisadas à luz da literatura internacional (Stabile *et al*., 2022; Slough *et al*., 2021), sugerem potencial para reverter a tendência de crescimento do desmatamento, desde que implementadas de forma coordenada e com adequado suporte político e orçamentário. A experiência internacional demonstra que a combinação de governança robusta, incentivos econômicos adequados e participação comunitária constitui o caminho mais promissor para a conservação de biomas críticos como a Amazônia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise abrangente das políticas de controle ambiental na Amazônia entre 2004 e 2024 revelou um cenário complexo, marcado por avanços significativos, mas também por desafios persistentes. Os resultados deste estudo demonstram que a eficácia das ações de combate ao desmatamento está intrinsecamente vinculada a três pilares fundamentais.

Primeiramente, a continuidade institucional demonstra-se como fator determinante. O exemplo do PPCDAm, que alcançou reduções históricas no desmatamento durante sua fase inicial (2004-2012), quando contou com consistente apoio político e orçamentário. Contudo, como evidenciado por Silva *et al.* (2022), a descontinuidade nas ações a partir de 2015 resultou na perda de ganhos anteriores. Este padrão reforça a importância de mecanismos legais que garantam a permanência das políticas além de ciclos governamentais.

Em segundo lugar, a capacidade operacional dos órgãos fiscalizadores emergiu como variável crítica. As análises demonstraram possíveis correlações entre os cortes orçamentários

e o aumento nas taxas de desmatamento, particularmente nos estados do Mato Grosso e Pará. Este achado corrobora a tese de Carvalho *et al.* (2019) sobre a necessidade de blindagem financeira e autonomia técnica para as agências ambientais.

Por fim, a integração com políticas econômicas mostrou-se indispensável. Modelos econométricos poderiam confirmar a relação de longo prazo entre os preços das *commodities* agrícolas e as taxas de desmatamento. Contudo, experiências bem-sucedidas como o programa de certificação de soja no Mato Grosso (Stabile *et al*., 2020; Trancoso, 2021) indicam que seria possível conciliar produção agrícola e conservação mediante instrumentos de mercado adequados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, James S. et al. Human impacts outpace natural processes in the Amazon. **Science**, [s. l.], v. 379, n. 6630, p. eabo5003, 2023.

ALBUQUERQUE SANT'ANNA, André; COSTA, Lucas. Environmental regulation and bail outs under weak state capacity: Deforestation in the Brazilian Amazon1. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 186, p. 107071, 2021.

ANDRADE, Maryane Bt; FERRANTE, Lucas; FEARNSIDE, Philip M. Brazil's Highway BR-319 demonstrates a crucial lack of environmental governance in Amazonia. **Environmental Conservation**, [*s. l.*], v. 48, n. 3, p. 161–164, 2021.

BAKER, Jessica C. A.; SPRACKLEN, Dominick V. Climate Benefits of Intact Amazon Forests and the Biophysical Consequences of Disturbance. **Frontiers in Forests and Global Change**, [*s. l.*], v. 2, 2019. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/forests-and-global-change/articles/10.3389/ffgc.2019.00047/full. Acesso em: 17 dez. 2024.

BERMAN, Nicolas *et al.* **Crop Prices and Deforestation in the Tropics**. [*S. l.: s. n.*], 2021. Disponível em: https://www.researchsquare.com/article/rs-658539/v1. Acesso em: 9 jan. 2025.

CARVALHO, William D. *et al.* Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed. **Perspectives in Ecology and Conservation**, [*s. l.*], v. 17, n. 3, p. 122–130, 2019.

COELHO-JUNIOR, Marcondes G *et al.* Unmasking the impunity of illegal deforestation in the Brazilian Amazon: a call for enforcement and accountability. **Environmental Research Letters**, [*s. l.*], v. 17, n. 4, p. 041001, 2022.

GOMES, Vitor H. F. et al. Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change. **Nature Climate Change**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. 547–553, 2019.

HÄNGGLI, Aline *et al.* A systematic comparison of deforestation drivers and policy effectiveness across the Amazon biome. **Environmental Research Letters**, [*s. l.*], v. 18, n. 7, p. 073001, 2023.

HARDING, Torfinn; HERZBERG, Julika; KURALBAYEVA, Karlygash. Commodity prices and robust environmental regulation: Evidence from deforestation in Brazil. **Journal of Environmental Economics and Management**, [s. l.], v. 108, p. 102452, 2021.

INPE, PRODES. **PRODES — Coordenação-Geral de Observação da Terra**. [*S. l.*], 2024. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes. Acesso em: 9 jan. 2025.

LAPOLA, David M. et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. **Science**, [s. l.], v. 379, n. 6630, p. eabp8622, 2023.

NOBRE, Carlos A. *et al.* Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [*s. l.*], v. 113, n. 39, p. 10759–10768, 2016.

PEREIRA, Rodrigo M.; JÚNIOR, Celso Vila Nova de S.; MOREIRA, Tito Belchior S. The Use of Information Technology in Environmental Management: The Case of Brazilian Amazon Forest. **International Journal of Economics and Finance**, [*s. l.*], v. 15, n. 5, p. p54, 2023.

SILVA, Verissimo César Sousa Da et al. Marked non-compliance with deforestation embargoes in the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 054033, 2022.

SLOUGH, Tara; KOPAS, Jacob; URPELAINEN, Johannes. Satellite-based deforestation alerts with training and incentives for patrolling facilitate community monitoring in the Peruvian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [*s. l.*], v. 118, n. 29, p. e2015171118, 2021.

STABILE, Marcelo C. C. *et al.* Slowing Deforestation in the Brazilian Amazon: Avoiding Legal Deforestation by Compensating Farmers and Ranchers. **Frontiers in Forests and Global Change**, [*s. l.*], v. 4, p. 635638, 2022.

STABILE, Marcelo C. C. *et al.* Solving Brazil's land use puzzle: Increasing production and slowing Amazon deforestation. **Land Use Policy**, [*s. l.*], v. 91, p. 104362, 2020.

TRANCOSO, Ralph. Changing Amazon deforestation patterns: urgent need to restore command and control policies and market interventions. **Environmental Research Letters**, [*s. l.*], v. 16, n. 4, p. 041004, 2021.

WEST, Thales A. P.; FEARNSIDE, Philip M. Brazil's conservation reform and the reduction of deforestation in Amazonia. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 100, p. 105072, 2021.