



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

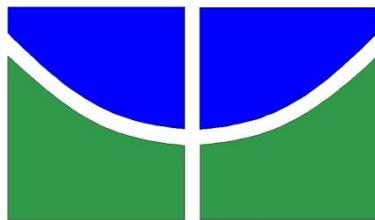
**EFETIVIDADE DO MONITORAMENTO FLORESTAL PARA AS  
POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL**

**DAVID JOHNSON RIBEIRO FERREIRA**

**Brasília, 05 de julho de 2024**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**EFETIVIDADE DO MONITORAMENTO FLORESTAL PARA AS  
POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL**

**DAVID JOHNSON RIBEIRO FERREIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado ao Departamento de Engenharia  
Florestal da Universidade de Brasília como parte  
das exigências para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Florestal.  
Orientador: Prof. Dr. Leonardo Job Biali

Brasília-DF, 05 de julho de 2024

**ANEXO DAVID JOHNSON RIBEIRO FERREIRA**

**Universidade de Brasília - UnB**

**Faculdade de Tecnologia - FT**

**Departamento de Engenharia Florestal - EFL**

**EFETIVIDADE DO MONITORAMENTO FLORESTAL PARA AS POLÍTICAS  
PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL**

Estudante: David Johnson Ribeiro Ferreira

Matrícula: 17/0032001

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Job Biali

Menção: SS

**Prof. Dr. Leonardo Job Biali**

Universidade de Brasília - UnB

Departamento de Engenharia Florestal

Orientador (EFL)

**Me. Annie Karoline de Lima Cavalcante**

Universidade de Brasília - UnB

Membro da Banca

**Me. Rossana Cortelini da Rosa**

Universidade de Brasília - UnB

Membro da Banca

Brasília, 05 de julho de 2024



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Job Biali, Professor(a) de Magistério Superior da Faculdade de Tecnologia**, em 05/07/2024, às 15:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Rossana Cortelini da Rosa, Usuário Externo**, em 05/07/2024, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Annie Karoline de Lima Cavalcante, Usuário Externo**, em 05/07/2024, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.

## FICHA CATALOGRÁFICA

FERREIRA, DAVID JOHNSON RIBEIRO FERREIRA

EFETIVIDADE DO MONITORAMENTO FLORESTAL PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL.

42 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheiro, Engenharia Florestal, 2024).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Amazônia

2. Dados Satelitais

3. Desmatamento

4. Fiscalização Ambiental

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FERREIRA, D. J. R. (2024). **EFETIVIDADE DO MONITORAMENTO FLORESTAL PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL**. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 42 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: David Johnson Ribeiro Ferreira

TÍTULO: *Efetividade do monitoramento florestal para as políticas públicas de conservação ambiental*

GRAU: Engenheiro Florestal

ANO: 2024

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

David Johnson Ribeiro Ferreira

davidjohnsonrf@gmail.com

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, desejo manifestar uma gratidão imensa a Deus. A Sua presença constante, uma força invisível e poderosa, tem sido a minha fonte inesgotável de inspiração. Com essa força, superei obstáculos inimagináveis e alcancei novos objetivos. A saúde concedida por Ele permitiu-me perseverar em minhas metas e projetos, transformando sonhos em realidade. Sem essa bênção divina, muitas das conquistas celebradas aqui seriam meros desejos inalcançáveis.

Aos meus amados pais, Jadilton da Silva Ferreira e Zildete Barbosa Ribeiro Ferreira, e ao meu irmão, João Gabriel Ribeiro Ferreira, as palavras de agradecimento parecem insuficientes para expressar toda a minha gratidão. Vocês, minha fortaleza em momentos de dificuldade, ofereceram paciência e apoio incondicionais. Seus ensinamentos e conselhos, preciosos e sábios, foram fundamentais para o meu crescimento, tanto pessoal quanto acadêmico. A sabedoria e o amor que compartilharam comigo moldaram meu caráter, preparando-me para enfrentar os desafios da vida com coragem e determinação.

Finalmente, desejo manifestar minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Leonardo Job Biali. Sua orientação e dedicação foram indispensáveis para a conclusão deste curso. Agradeço pela atenção minuciosa, pela paciência infinita e pelo conhecimento vasto compartilhado ao longo dessa jornada acadêmica. Sua orientação, crucial para o desenvolvimento deste trabalho e para minha formação como profissional, foi um farol que guiou meu caminho. Agradeço por acreditar em meu potencial e por me guiar com tanto empenho e compromisso, contribuindo significativamente para o sucesso desta etapa de minha vida.

*“A resiliência não é apenas a capacidade de persistir, mas a capacidade de superar, de crescer e de transformar a adversidade em um trampolim para o sucesso”.* (Diane Coutu)

## RESUMO

Ferreira, David Johnson Ribeiro (FERREIRA, D. J. R.) **EFETIVIDADE DO MONITORAMENTO FLORESTAL PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL.** Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

O trabalho teve como objetivo analisar a utilização do monitoramento florestal na formulação de políticas públicas no Brasil, com ênfase especial na Amazônia. O monitoramento florestal, através do uso de tecnologias avançadas como sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica, se tornou uma ferramenta crucial na gestão e conservação das florestas. No Brasil, a vasta extensão da Amazônia tornou essa prática ainda mais essencial, fornecendo dados críticos que embasam a criação e a implementação de políticas ambientais. O estudo revisou a literatura existente sobre tecnologias de monitoramento florestal e examinou as políticas públicas ambientais vigentes no país. A pesquisa também identificou as principais limitações enfrentadas pelo processo de monitoramento, incluindo desafios tecnológicos, falta de infraestrutura, e insuficiência de recursos. Além disso, são analisados casos específicos na Amazônia onde o monitoramento florestal foi determinante para a elaboração de políticas, avaliando a eficácia dessas medidas. Por meio de uma abordagem metodológica que combinou revisão bibliográfica e análise de dados secundários, o trabalho buscou oferecer uma compreensão detalhada das interações entre monitoramento florestal e políticas públicas, propondo recomendações para melhorar essa integração. As questões de pesquisa abordadas concluíram que o monitoramento florestal é de extrema importância, e os dados de monitoramento são utilizados em algumas políticas públicas, mas essas políticas devem ser frequentemente atualizadas para que não aconteçam falhas com o decorrer do tempo.

**Palavras-chave:** Amazônia; Dados Satelitais; Desmatamento; Fiscalização ambiental.

## ABSTRACT

Ferreira, David Johnson Ribeiro (FERREIRA, D. J. R.) **EFFECTIVENESS OF FOREST MONITORING FOR PUBLIC POLICIES FOR ENVIRONMENTAL CONSERVATION**. Monograph (Forest Engineering Degree) – University of Brasília, Brasília, DF.

The objective of this study was to analyze the use of forest monitoring in the formulation of public policies in Brazil, with special emphasis on the Amazon. Forest monitoring, through the use of advanced technologies such as remote sensing and geographic information systems, has become a crucial tool in forest management and conservation. In Brazil, the vast expanse of the Amazon has made this practice even more essential, providing critical data that underpin the creation and implementation of environmental policies. The study reviewed the existing literature on forest monitoring technologies and examined the environmental public policies in force in the country. The survey also identified the main limitations faced by the monitoring process, including technological challenges, lack of infrastructure, and insufficient resources. In addition, specific cases in the Amazon where forest monitoring was decisive for the elaboration of policies are analyzed, evaluating the effectiveness of these measures. Through a methodological approach that combined literature review and secondary data analysis, the work sought to offer a detailed understanding of the interactions between forest monitoring and public policies, proposing recommendations to improve this integration. The research questions addressed concluded that forest monitoring is extremely important, and monitoring data are used in some public policies, but these policies must be frequently updated so that failures do not occur over time.

**Keywords:** Amazon; Deforestation; Environmental inspection; Satellite data.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Monitoramento de desmatamento na Amazônia pelos sistemas PRODES e DETER. .....	17
<b>Figura 2.</b> Taxa anual de desmatamento desde 1988 na Amazônia Legal Brasileira (ALB). Em preto a estimativa para 2023.....	28
<b>Figura 3.</b> Variação relativa anual das taxas de desmatamento estimadas pelo PRODES na Amazônia Legal Brasileira (ALB). Em preto a estimativa para 2023.....	28
<b>Figura 4.</b> Organograma exemplificativo do sistema de auditoria para o TAC da Carne. ....	31
<b>Figura 5.</b> Arranjos possíveis para burlar o TAC e os acordos voluntários que se baseiam somente no monitoramento dos fornecedores diretos dos frigoríficos.....	32
<b>Figura 6.</b> Resultados do TAC da carne nos anos de 2017 e 2018, estratificado por empresas que aderiram ao acordo.....	33

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Satélites e sensores utilizados pelo INPE. ....	18
<b>Tabela 2.</b>	Documentos e relatórios utilizados.....	24
<b>Tabela 3.</b>	Fases do PPCDam com o período, objetivos e tecnologias utilizadas. ....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAR	Cadastro Ambiental Rural
COP 21	Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
DETER	Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MCTIC	Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MPF	Ministério Público Federal
PPCDAm	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PRODES	Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
WFI	Wide Field Imager

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Monitoramento florestal .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.1</b>	<b>PRODES - Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2</b>	<b>DETER - Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Drones .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Políticas públicas de conservação da Amazônia .....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Fiscalização ambiental.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Monitoramento das taxas de desmatamento .....</b>	<b>27</b>
<b>5.3</b>	<b>Programa para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) .....</b>	<b>28</b>
<b>5.4</b>	<b>Termo de Ajustamento de Conduta da Pecuária (TAC da Carne).....</b>	<b>30</b>
<b>5.5</b>	<b>Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007.....</b>	<b>33</b>
<b>5.6</b>	<b>Decreto nº 11.687, de 5 de setembro de 2023.....</b>	<b>35</b>
<b>5.7</b>	<b>Limitações e melhorias do monitoramento florestal .....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O monitoramento florestal está em constante evolução com novas tecnologias para rastrear e analisar as condições das florestas, com isso o trabalho buscou responder se existe a utilização dos dados do monitoramento para elaboração de políticas públicas de conservação ambiental na Amazonia Legal.

O monitoramento tornou-se uma ferramenta indispensável na gestão ambiental e na formulação de políticas públicas. Este processo tem se expandido rapidamente, onde observou-se que a legislação ambiental e as políticas públicas são cada vez mais influenciadas por dados precisos e atualizados sobre o estado das florestas.

A Amazônia brasileira, a maior floresta tropical do mundo, representa um caso crítico onde o monitoramento florestal é essencial não apenas para a conservação ambiental, mas também para o desenvolvimento sustentável da região. A importância do monitoramento na Amazônia reside na sua capacidade de fornecer informações vitais que suportam a elaboração de políticas públicas eficientes e a implementação de leis que visam a preservação dos recursos naturais.

Manter as florestas sob vigilância é crucial para a sustentabilidade dos recursos naturais. Isso permite coletar e analisar dados sobre a saúde e as mudanças que ocorreram nos ecossistemas florestais. Essa vigilância é cada vez mais importante por causa da pressão humana, como desmatamento, incêndios e exploração ilegal de madeira (FERREIRA, 2020). Com informações precisas e atualizadas, é possível entender melhor os impactos ambientais e as mudanças ecológicas, identificando áreas que precisam de atenção imediata (SILVA, 2019).

A vigilância das florestas é fundamental para criar políticas públicas eficazes. Governos e organizações internacionais dependem desses dados para desenvolver estratégias de conservação e manejo sustentável. Com boas informações, é possível proteger a biodiversidade, combater as mudanças climáticas e preservar serviços essenciais que as florestas fornecem, como a regulação do ciclo da água e a captura de carbono (PEREIRA, 2021). Além disso, conhecer detalhadamente o estado das florestas permite que ações corretivas e preventivas sejam baseadas em fatos, não em suposições (OLIVEIRA, 2018). Assim, a observação contínua e abrangente das florestas é essencial para garantir que as políticas públicas sejam eficazes e capazes de enfrentar os desafios ambientais atuais (SOUZA, 2022).

O trabalho buscou examinar em que medida o monitoramento das florestas no Brasil tem sido efetivamente utilizado para a formulação de políticas públicas. O estudo pretendeu

investigar as conexões entre os dados coletados por meio do monitoramento florestal e as decisões políticas que visaram a conservação e o uso sustentável das florestas.

Para abordar este tópico, o trabalho será estruturado em seções. Inicialmente, foi feita uma revisão da literatura sobre o conceito e as tecnologias de monitoramento florestal, em seguida analisou as políticas públicas ambientais no Brasil. Em seguida, foi discutido a aplicação específica do monitoramento na Amazônia. Também foi examinado a eficácia dessas políticas públicas em relação aos dados obtidos através do monitoramento. Por fim, foi proposto recomendações para melhorar a integração entre monitoramento florestal e formulação de políticas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é caracterizar como as tecnologias e metodologias de monitoramento da Floresta Amazônica no Brasil são aplicadas nas políticas públicas para a conservação dos ecossistemas florestais.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Apresentar os principais sistemas de monitoramento florestal empregados na Amazônia Legal Brasileira;
- Descrever as principais aplicações do monitoramento florestal nas políticas de conservação;
- Apresentar como o monitoramento florestal é integrado às políticas públicas de controle do desmatamento na Amazônia;
- Apontar as principais limitações e desafios do monitoramento florestal, e propor melhorias que podem ser implementadas.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Monitoramento florestal

O monitoramento florestal tem evoluído em passos largos com o decorrer dos anos, e os seus dados e processamentos de dados estão mais acessíveis para o público, com tecnologias novas sendo lançadas constantemente, como satélites e programas de processamento sendo amplamente divulgados. Então definindo o monitoramento florestal temos que:

"Monitoramento florestal refere-se ao processo contínuo de coleta, análise e interpretação de dados sobre a vegetação e uso da terra, utilizando tecnologias como sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica para avaliar o estado das florestas, detectar mudanças e apoiar a tomada de decisões na gestão ambiental" (SILVA, 2020, p. 45).

O monitoramento florestal na Amazônia desempenha um papel crucial na proteção e gestão sustentável de uma das maiores reservas de biodiversidade do planeta. Utilizando tecnologias de ponta como sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG) e satélites de alta resolução, o Brasil tem sido capaz de monitorar vastas extensões de floresta de forma precisa e eficiente.

O programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), por exemplo, é uma iniciativa que utiliza imagens de satélite para mapear e quantificar o desmatamento anual na Amazônia Legal. Este programa, operado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), fornece dados detalhados que são essenciais para a elaboração de políticas ambientais (INPE, 2020). Além do PRODES, o Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER) complementa esses esforços ao fornecer alertas rápidos sobre alterações na cobertura florestal, permitindo ações imediatas das autoridades (IBAMA, 2019). O monitoramento florestal permite a identificação rápida de áreas de desmatamento ilegal, ajudando na implementação de medidas de controle e na aplicação da lei (WWF, 2023).

Essas tecnologias não apenas detectam desmatamento, mas também identificam áreas de degradação florestal, queimadas e outras mudanças no uso da terra, contribuindo para uma compreensão mais abrangente das dinâmicas ambientais na Amazônia (Figura 1).



**Figura 1.** Monitoramento de desmatamento na Amazônia pelos sistemas PRODES e DETER.  
**Fonte:** Deter e Prodes (2024).

Na Figura 1, é possível observar como funciona o sistema DETER e o programa PRODES, que são operados pelo INPE, o primeiro funciona em tempo real com imagens de resolução mediana, mas que consegue analisar qualquer alteração na vegetação do local, emitindo alertas para as autoridades. O segundo é para monitoramento do desmatamento florestal, suas imagens são de melhor qualidade, mas com espaçamento entre imagens maior e com detecção somente de vegetações suprimidas, quando não existe mais vegetação.

### 3.1.1 PRODES - Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite

O PRODES foi implementado em 1988 e utiliza imagens de satélites da classe LANDSAT, que possuem resolução espacial de 30 metros e uma frequência de revisita de 16 dias, uma escolha estratégica para minimizar problemas de cobertura de nuvens e garantir a interoperabilidade dos dados (INPE, 2020). Historicamente, as imagens do satélite americano LANDSAT-5/TM foram as mais utilizadas pelo projeto, mas imagens do sensor CCD a bordo dos satélites CBERS-2/2B, do programa sino-brasileiro de sensoriamento remoto, também foram amplamente empregadas (MMA, 2019). Além disso, o PRODES utilizou imagens LISS-3 do satélite indiano IRS-1 e do satélite inglês UK-DMC2, e atualmente faz uso intensivo das imagens do LANDSAT 8/OLI, CBERS 4 e IRS-2 (IBAMA, 2021). Independentemente do instrumento utilizado, a menor área mapeada pelo PRODES é de 6,25 hectares, pois a resolução mínima de grande parte dos satélites é de 30m o pixel, dando uma área de 900 m<sup>2</sup> por pixel, então o programa para ter uma alta confiabilidade dos dados precisa de aproximadamente 70 pixels para ter uma assertividade de um desmatamento e fornecer dados precisos. (INPE, 2020).

**Tabela 1.** Satélites e sensores utilizados pelo INPE.

Satélite	Sensor	Lançamento
LANDSAT-5	TM(Thematic Mapper) / MSS (Multispectral Scanner System)	1984
IRS-1	LISS (Linear Imaging Self-Scanner)	1988
IRS-2	LISS (Linear Imaging Self-Scanner)	1994
CBERS-2/2B	CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução,	2003
UK-DMC2	Imaging radiometer (Vis/IR)	2009
LANDSAT 8	OLI (Operational Land Imager) / TIRS (Thermal Infrared Sensor).	2013
CBERS 4	Câmera Multiespectral Regular (MUX) / Câmera de Campo Largo (WFI)	2014

Fonte: Satélites de monitoramento - portal Embrapa (2020).

Os dados espaciais do PRODES são aplicados em diversas áreas, incluindo a certificação de cadeias produtivas do agronegócio, como o Termo de Ajustamento de Conduta da Pecuária (TAC da Carne), acordos intergovernamentais como a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 21) e os Relatórios de Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa, além de doações financeiras pelo Fundo Amazônia, que

utiliza os dados do PRODES como referência para as atividades de desmatamento na Amazônia Legal (INPE, 2020; IBAMA, 2021).

A política de transparência dos dados de monitoramento florestal, adotada pelo INPE e pelo governo federal desde 2004, possibilitou acesso completo a todos os dados gerados, permitindo avaliações independentes pela comunidade usuária, incluindo governos, academia, cidadãos e a sociedade civil brasileira (SILVA, 2022). Todos os programas de monitoramento da alteração da cobertura florestal da Amazônia, atualmente operados pelo INPE, utilizam o sistema de informações geográficas TerraAmazon, construído com base na biblioteca de classes e funções de SIG desenvolvida pelo INPE e seus parceiros, denominada TerraLib, que está disponível na internet como código aberto, permitindo um ambiente colaborativo para o desenvolvimento de várias ferramentas de SIG (INPE, 2020).

O projeto PRODES conta com a colaboração do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), e está inserido como uma ação do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) no Grupo Permanente de Trabalho Interministerial para a redução dos índices de desmatamento da Amazônia Legal, criado por Decreto Presidencial, em 3 de julho de 2005, como parte do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal, lançado em 15 de março de 2004 (MMA, 2019).

### **3.1.2 DETER - Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real**

O Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER) é uma iniciativa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que visa monitorar e detectar mudanças na cobertura florestal da Amazônia Legal em tempo quase real. Implementado em 2004, o DETER utiliza imagens de satélites de média resolução, como o MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) e o WFI (*Wide Field Imager*), para identificar áreas desmatadas com uma resolução espacial de 250 metros. A principal vantagem deste sistema é a sua capacidade de fornecer alertas rápidos sobre atividades de desmatamento, permitindo ações imediatas por parte das autoridades responsáveis pela fiscalização e controle ambiental (INPE, 2020).

O funcionamento do DETER baseia-se na análise de séries temporais de imagens de satélite, processadas para identificar alterações na vegetação que possam indicar desmatamento ou degradação florestal. Essas alterações são detectadas através da comparação entre imagens

consecutivas, destacando áreas onde houve perda de cobertura vegetal. O sistema emite alertas diários, que são encaminhados aos órgãos de fiscalização, como o Ibama e o MMA. Esses alertas são cruciais para a tomada de decisões rápidas e efetivas na contenção do desmatamento (FERREIRA, 2018).

Um dos principais benefícios do DETER é a sua capacidade de funcionar sob condições de alta cobertura de nuvens, frequente na região amazônica, utilizando técnicas de sensoriamento remoto que permitem a detecção de mudanças mesmo em áreas parcialmente cobertas. Além disso, a integração com outros sistemas de monitoramento, como o PRODES, amplifica a eficácia das ações de controle ambiental, fornecendo um panorama abrangente e detalhado das atividades de desmatamento (SILVA, 2019).

O DETER também desempenha um papel fundamental na transparência e disponibilização de dados sobre o desmatamento. Os dados gerados pelo sistema são de acesso público, permitindo que pesquisadores, Organização Não Governamentais (ONGs), governos e a sociedade civil acompanhem de perto as tendências e padrões do desmatamento na Amazônia. Essa transparência é essencial para promover a responsabilidade e a conscientização sobre a importância da conservação florestal (PEREIRA, 2021).

O sistema é essencial para a gestão e conservação das florestas tropicais, fornecendo dados cruciais para o monitoramento e a aplicação de políticas ambientais. Sua implementação e constante aprimoramento refletem o compromisso do Brasil com a proteção da Amazônia e a mitigação dos impactos das atividades humanas sobre este bioma vital (SOUZA, 2022).

### **3.1.3 Drones**

Atualmente, um dos avanços tecnológicos mais promissores no monitoramento florestal da Amazônia é o uso de drones. Esses dispositivos oferecem uma capacidade única de cobrir áreas extensas de forma rápida e detalhada, capturando imagens de alta resolução que podem ser analisadas para detectar mudanças na cobertura florestal com precisão. A utilização de drones permite uma monitorização mais frequente e próxima do solo, complementando as imagens de satélite e superando as limitações como a altitude elevada dos satélites, o que limita resolução das imagens, e o tempo de espera entre uma imagem e outra.

Os drones são empregados juntos com a técnica LiDAR (*Light Detection and Ranging*), que utiliza pulsos de laser para medir distâncias até a superfície e criar mapas das vegetações

em três dimensões, o que torna as medições mais precisas e detalhadas das alturas das árvores, densidade da vegetação, e volume de biomassa.

No entanto, embora os drones apresentem vantagens significativas em termos de flexibilidade e resolução de imagem, sua aplicação em larga escala ainda enfrenta desafios operacionais. A logística de lançamento, recuperação e manutenção desses equipamentos em áreas remotas da Amazônia pode ser complexa e dispendiosa. Além disso, a autonomia limitada das baterias impõe restrições ao tempo de voo contínuo e à cobertura de grandes extensões de floresta.

Outro aspecto crítico é a necessidade de treinamento especializado para operar drones e analisar os dados coletados. A interpretação precisa das imagens capturadas requer expertise técnica e científica, o que nem sempre está disponível localmente, especialmente em comunidades distantes dos centros urbanos. Portanto, o uso eficaz de drones no monitoramento florestal requer não apenas investimentos em tecnologia, mas também em capacitação e desenvolvimento de habilidades.

Além dos desafios técnicos e operacionais, há considerações éticas e legais associadas ao uso de drones para vigilância ambiental. Questões relacionadas à privacidade, direitos das comunidades locais e consentimento informado devem ser cuidadosamente consideradas e abordadas para garantir que o uso dessas tecnologias respeite os direitos humanos e os princípios de governança participativa.

### **3.2 Políticas públicas de conservação da Amazônia**

As políticas públicas na Amazônia desempenham um papel crucial na preservação ambiental, no desenvolvimento sustentável e na garantia dos direitos das populações tradicionais. Estas políticas são formuladas e implementadas por meio de uma série de programas e iniciativas que visam proteger a biodiversidade, combater o desmatamento e promover o uso sustentável dos recursos naturais (MMA, 2017).

Um exemplo significativo é o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), lançado em 2004. Este plano busca reduzir o desmatamento por meio de uma combinação de medidas de comando e controle, incentivo a atividades econômicas sustentáveis e ordenamento territorial (MMA, 2017). O PPCDAm integra ações de diversos ministérios e órgãos governamentais, utilizando tecnologias avançadas de monitoramento, como o DETER, desenvolvido pelo Instituto Nacional de

Pesquisas Espaciais (INPE), para identificar e coibir atividades ilegais quase em tempo real (INPE, 2020).

Atualmente, o PPCDAm está na sua quinta fase, lançada em 2021, que visa consolidar e expandir os avanços obtidos nas fases anteriores. Esta fase foca na integração de políticas ambientais com políticas de desenvolvimento econômico e social, buscando uma abordagem mais holística para a preservação da Amazônia (MMA, 2021). Entre as novas estratégias, destaca-se o fortalecimento da bioeconomia amazônica, promovendo atividades que conciliem desenvolvimento econômico e conservação ambiental, como o manejo sustentável de produtos florestais não madeireiros e a valorização da biodiversidade local (RODRIGUES, 2022). Além disso, a quinta fase do PPCDAm enfatiza a importância de parcerias com estados e municípios, reforçando a descentralização das ações e a implementação de políticas públicas adaptadas às realidades locais (MMA, 2021).

Outro exemplo relevante é o Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA), que visa expandir e consolidar o sistema de Unidades de Conservação na Amazônia. Financiado por um consórcio de parceiros nacionais e internacionais, incluindo o Banco Mundial, o Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) e ONGs, o ARPA tem conseguido proteger milhões de hectares de florestas, assegurando a manutenção da biodiversidade e proporcionando áreas seguras para a pesquisa científica e o turismo sustentável (WWF-BRASIL, 2018). A criação de áreas protegidas sob o ARPA não apenas preserva habitats críticos, mas também oferece uma barreira física contra a expansão do desmatamento ilegal (SOARES-FILHO et al., 2010).

O Programa Bolsa Verde também merece destaque, oferecendo incentivos financeiros a famílias em situação de pobreza extrema que vivem em áreas de preservação ambiental. Este programa não só ajuda a melhorar a qualidade de vida dessas famílias, mas também promove a conservação ambiental, ao condicioná-las a práticas sustentáveis de uso da terra (MMA, 2016). As famílias participantes recebem transferências de renda condicionadas à conservação e uso sustentável dos recursos naturais em suas propriedades, criando um vínculo direto entre a subsistência dessas populações e a preservação ambiental (MMA, 2016).

Adicionalmente, o Cadastro Ambiental Rural (CAR), registro eletrônico obrigatório implementado por meio do Código Florestal Brasileiro de 2012 (BRASIL, 2012), permite que o governo monitore o uso do solo em propriedades privadas, assegurando que os proprietários mantenham as áreas de reserva legal e de preservação permanente, contribuindo assim para a conservação dos ecossistemas florestais (SPAROVEK et al., 2019). O CAR facilita a regularização ambiental das propriedades rurais, integrando dados geoespaciais detalhados que

ajudam na fiscalização e planejamento ambiental (AZEVEDO et al., 2017). Esta ferramenta também serve como base para a concessão de benefícios fiscais e créditos rurais condicionados ao cumprimento das normas ambientais, incentivando a conformidade entre os proprietários de terras (SPAROVEK et al., 2019).

A cooperação internacional também desempenha um papel vital nas políticas públicas da Amazônia. O Fundo Amazônia, por exemplo, financiado principalmente pela Noruega e Alemanha, apoia projetos de conservação e desenvolvimento sustentável (BNDES, 2020). Os recursos do fundo são utilizados para apoiar iniciativas que promovem o uso sustentável dos recursos naturais, a recuperação de áreas degradadas e a gestão de Unidades de Conservação (BNDES, 2020). Este fundo é um exemplo de como a colaboração internacional pode fortalecer a capacidade do Brasil de proteger a Amazônia, ao mesmo tempo em que cumpre seus compromissos globais de mitigação das mudanças climáticas (LIMA et al., 2011).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Para investigar como o monitoramento da Floresta Amazônica no Brasil tem influenciado a formulação de políticas públicas, adotou-se uma metodologia que inclui a análise detalhada dos relatórios e documentos técnicos produzidos pelos principais órgãos de monitoramento ambiental no período de 2013 a 2023.

**Tabela 2.** Documentos e relatórios utilizados.

Órgão/Programa	Documento/Relatório	Ano	Link
INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)	Relatório Anual de Desmatamento na Amazônia	2013-2023	<a href="http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes">http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes</a>
IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)	Relatórios de Fiscalização Ambiental	2013-2023	<a href="https://www.ibama.gov.br/fiscalizacao/relatorios-de-fiscalizacao">https://www.ibama.gov.br/fiscalizacao/relatorios-de-fiscalizacao</a>
MMA (Ministério do Meio Ambiente)	Relatório Anual de Qualidade Ambiental	2013-2023	<a href="https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/relatorios">https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/relatorios</a>
PRODES (Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite)	Relatório de Desmatamento	2013-2023	<a href="http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes">http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes</a>
PPCDAM (Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal)	Relatório de Acompanhamento	2013-2023	<a href="https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/politica-ambiental/plano-de-acoes-para-amazonia">https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/politica-ambiental/plano-de-acoes-para-amazonia</a>
TAC da Carne (Termo de Ajustamento de Conduta da Cadeia Produtiva da Pecuária)	Relatórios de Auditoria	2013-2023	<a href="http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/docs/tac-da-carne">http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/docs/tac-da-carne</a>

Fonte: Autor (2024)

A metodologia adotada incluiu a obtenção direta de relatórios do site oficial do Ibama, a principal agência ambiental do Brasil, responsável pela execução de políticas de preservação e fiscalização ambiental. Os documentos acessados foram examinados para extrair dados relevantes sobre monitoramento florestal, operações de fiscalização e políticas de combate ao desmatamento na Amazônia. Essa análise permitiu a compilação e interpretação de informações específicas, oferecendo uma visão abrangente das atividades do Ibama na proteção ambiental.

Os relatórios do PRODES, publicados anualmente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foram utilizados como fonte primária para analisar as contribuições do

monitoramento florestal para o acompanhamento das taxas de desmatamento. Esses relatórios são fundamentais para monitorar o progresso das ações de combate ao desmatamento, avaliando a eficácia das medidas de preservação na região.

Foram também utilizados os relatórios do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), que detalham as medidas implementadas e os resultados alcançados, proporcionando uma análise profunda das iniciativas governamentais. A avaliação das fases do PPCDAm permitiu estudar cada etapa do plano, identificando estratégias chave e seus impactos. Analisou-se como as políticas foram ajustadas em resposta aos dados de monitoramento, possibilitando uma avaliação crítica da eficácia das estratégias adotadas e identificação de áreas para melhorias, contribuindo para políticas mais efetivas na conservação da Amazônia.

Os relatórios do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) da pecuária que foram assinados a partir do ano de 2009, fornecidos pelo Ministério Público Federal (MPF), foram igualmente empregados. Estes documentos detalham compromissos firmados entre pecuaristas e o MPF para mitigar o desmatamento ilegal associado à produção pecuária, sendo importantes para entender a efetividade das medidas de controle ambiental e os desafios enfrentados na promoção de práticas sustentáveis no setor pecuário.

Ainda, foram analisados os Decretos nº 6.321/2007 e nº 11.687/2023. O Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007, marcou um avanço na luta contra o desmatamento na Amazônia. Esse decreto pioneiro exigiu que o Ministério do Meio Ambiente divulgasse, anualmente, uma lista de municípios prioritários, baseada em dados detalhados de desmatamento fornecidos pelo INPE. Além disso, os proprietários de terras rurais nesses municípios foram obrigados a atualizar seus registros no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), buscando integrar políticas agrárias, agrícolas e ambientais. A transparência foi amplamente reforçada pelo Ibama, que publicou listas de imóveis monitorados, exigindo a certificação de georreferenciamento do INCRA para novos desmatamentos significativos (BRASIL, 2007).

O Decreto nº 11.687 traz uma abordagem mais abrangente e integrada para combater o desmatamento e a degradação florestal na Amazônia. Este novo decreto criou o Programa União com Municípios pela Redução de Desmatamento e Incêndios Florestais, financiado pelo Fundo Amazônia, oferecendo suporte financeiro direto a municípios prioritários. Além disso, mantém a exigência de registro no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a proibição de financiamentos para empreendimentos que tenham cometido infrações ambientais (BRASIL, 2023).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Fiscalização ambiental

O monitoramento florestal desempenha um papel crucial na gestão ambiental, especialmente na Amazônia, onde a pressão sobre a biodiversidade e os recursos naturais é constante.

A metodologia inovadora desenvolvida pelo Ibama em parceria com a Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial (Jaxa) tem gerado avanços significativos no monitoramento e combate ao desmatamento na região amazônica. Em 2018, essa colaboração resultou na detecção ilegal da supressão de 2,6 mil hectares de floresta no norte de Mato Grosso. Esta conquista foi viabilizada pela cooperação entre agentes do Ibama e técnicos da Jaxa, que empregaram drones para validar dados obtidos por satélite. Como resultado, quatro fazendas foram autuadas por violação de áreas protegidas, com multas que totalizam R\$ 13,7 milhões.

Essa metodologia incorpora o uso de satélites equipados com sensores de radar, como o ALOS-2 da Jaxa, capazes de detectar alterações na cobertura vegetal mesmo em condições de cobertura de nuvens. Desenvolvida com o suporte das agências de cooperação internacional brasileira (ABC) e japonesa (Jica), essa tecnologia tem sido crucial não apenas para identificar desmatamentos ilegais, mas também para monitorar a cobertura florestal em países tropicais, incluindo os 77 países monitorados pelo ALOS-2 desde 2016, que registrou aproximadamente 1,3 mil km<sup>2</sup> de desmatamento na Amazônia (JAXAS, 2024).

De acordo com Edson Sano, coordenador-geral substituto do Centro Nacional de Monitoramento e Informações Ambientais do Ibama, essa metodologia representa uma mudança de paradigma nas operações de monitoramento ambiental. A utilização de servidores remotos para processamento de dados permite um monitoramento contínuo e eficiente, independentemente das condições atmosféricas que poderiam obstruir a visão dos satélites.

Além do ALOS-2, o Ibama também integra dados de outros satélites, como o Sentinel-1 da Agência Espacial Europeia (ESA) e o Amazônia-SAR do Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam), complementando o monitoramento realizado pelo Sistema de Detecção do Desmatamento na Amazônia Legal em Tempo Real (Deter-B) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O Deter-B fornece dados de monitoramento a cada 5 dias, permitindo uma resposta ágil às mudanças na cobertura florestal, enquanto o DETER oferece informações preliminares que subsidiam as operações de fiscalização e controle.

Para acessar esses dados, o sistema JJ-FAST da Jaxa disponibiliza informações a cada 45 dias, proporcionando uma visão detalhada e atualizada das áreas monitoradas (IBAMA, 2024). Essas tecnologias desempenham uma função importante nas políticas de conservação e combate ao desmatamento na Amazônia, complementando os dados anuais gerados pelo PRODES do INPE.

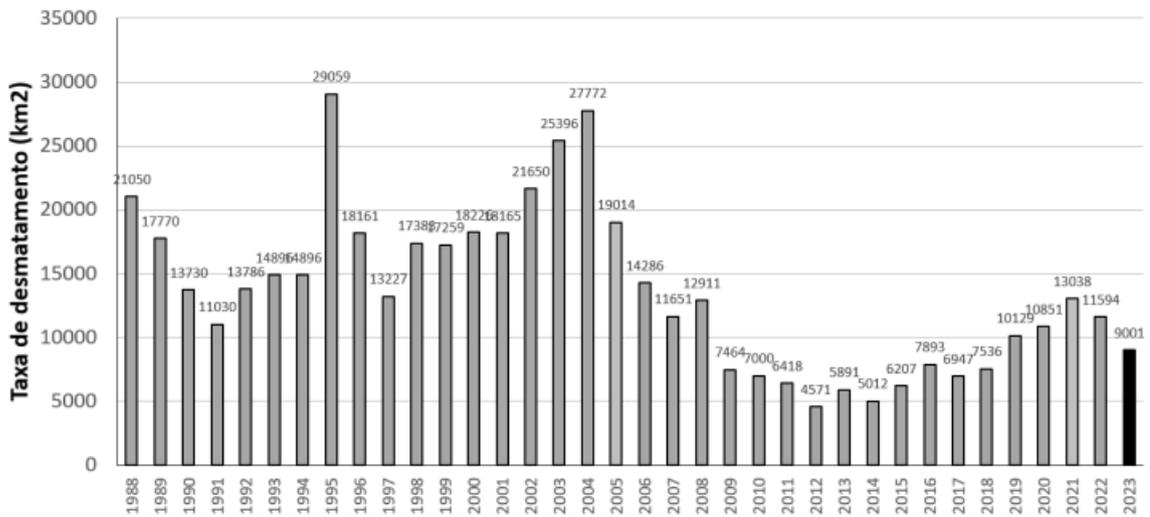
## **5.2 Monitoramento das taxas de desmatamento**

Desde 1988, o sistema PRODES tem desempenhado um papel crucial na Amazônia Legal Brasileira (ALB), utilizando imagens de satélite para realizar o inventário da perda de floresta primária. Seu objetivo primordial é estimar anualmente a taxa de desmatamento na região.

O PRODES adota um método incremental de mapeamento, identificando e mapeando os aumentos de desmatamento entre imagens de satélite de anos consecutivos. Apenas polígonos de desmatamento com área superior a 1 hectare são considerados, enquanto os menores são armazenados internamente e somados ao cálculo anual quando atingem ou se agregam a áreas maiores que 6,25 hectares, somente esses polígonos maiores que 6,25 hectares são utilizados no cálculo anual de desmatamento.

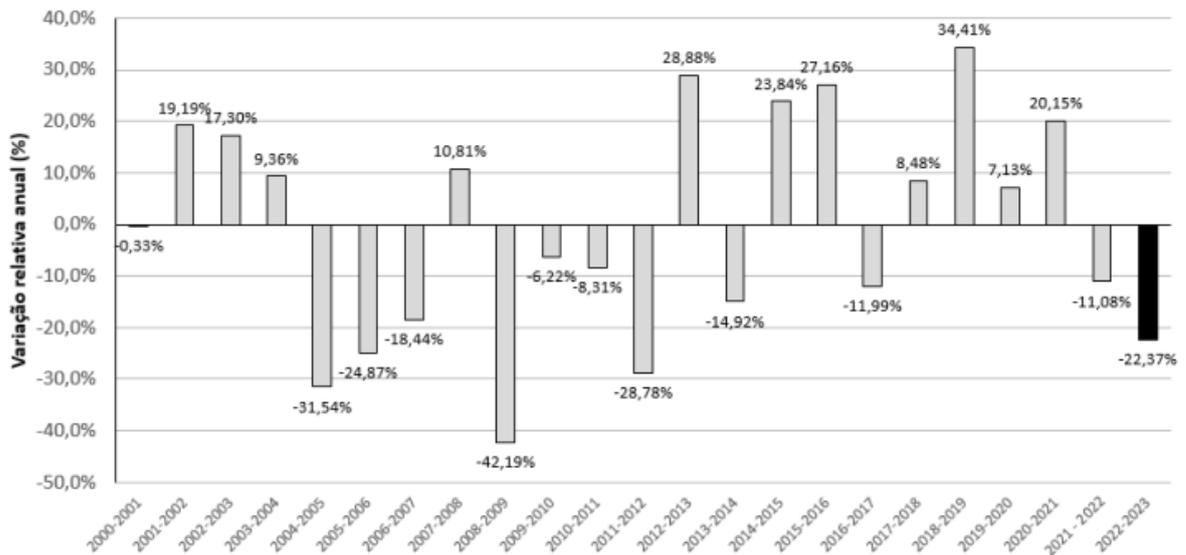
Com o objetivo de fornecer uma taxa anualizada de desmatamento em cada cena, os aumentos mapeados são projetados para uma data de referência comum, estabelecida em 30 de julho, alinhada com o período de estação seca predominante entre junho e setembro.

Nas Figuras 2 e 3, observa-se que após a implementação de políticas públicas como a primeira fase do PPCDam em 2004, onde as taxas de desmatamento começam a cair nos anos seguintes, mas como passar dos anos com a falta de atualização do plano o desmatamento vai aumentando novamente, com uma alta em 2008 é feita então a segunda fase do PPCDam em 2009, o que leva a queda das taxas regulamente e a terceira fase é implementada em 2012, com pouca eficácia nas taxas de desmatamento, as taxas se mantiveram praticamente constantes, o que resultou na quarta fase do PPCDam em 2016, mas com trocas no governo durante esse período as taxas de desmatamento monitoradas pelo PRODES começou a aumentar até o ano de 2022, sendo lançado em 2023 a quinta fase do PPCDam com uma diminuição nas taxas de desmatamento.



**Figura 2.** Taxa anual de desmatamento desde 1988 na Amazônia Legal Brasileira (ALB). Em preto a estimativa para 2023.

Fonte: INPE (2023)



**Figura 3.** Variação relativa anual das taxas de desmatamento estimadas pelo PRODES na Amazônia Legal Brasileira (ALB). Em preto a estimativa para 2023.

Fonte: INPE (2023)

### 5.3 Programa para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm)

O Programa para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm), tem sofrido de altos e baixos evolutivos desde seu nascimento.

A primeira fase visava construir bases de dados robustas e sistemas de monitoramento com a tecnologia da época. Imagens de satélite eram a espinha dorsal, mas as limitações

tecnológicas e a cobertura espacial imperfeita transformavam a detecção de áreas críticas em um quebra-cabeça quase insolúvel.

Então veio a segunda fase, caracterizada por uma reviravolta abrupta, contando com fiscalização e controle mais rígidos, imagens de alta resolução, sistemas de georreferenciamento, tudo em tempo quase real. A resposta às atividades ilegais tornou-se ágil, com detecções e penalidades aumentando vertiginosamente. Porém, a coordenação entre agências e a integração de dados carecia de um maior aprimoramento.

Na terceira fase foi dada mais ênfase nas parcerias entre governos estaduais, municipais, sociedade civil e setor privado, um esforço para alinhar interesses diversos em prol da conservação ambiental. Iniciativas conjuntas surgiram, mas a eficácia dessas parcerias era um mosaico desigual, variando dramaticamente entre as regiões da Amazônia, dependendo da capacidade local de implementar e sustentar as políticas.

Na quarta fase, a regularização fundiária e ambiental foi o foco principal. O Cadastro Ambiental Rural (CAR) foi promovido, incentivando proprietários rurais a adotarem práticas sustentáveis com apoio técnico. A intenção era combater o desmatamento ilegal e incentivar a conservação da vegetação nativa. No entanto, a implementação desigual do CAR e a escassez de recursos para assistência técnica diluíram seu impacto em áreas remotas.

Atualmente o PPCDAm encontra-se na quinta fase, e é conduzido por políticas integradas e abrangentes, por meio do Decreto nº 11.687 de 2023, com a finalidade de incluir a redução da degradação florestal, com programas específicos como o programa municípios sustentáveis (PMS), programa de apoio à gestão ambiental e territorial (AGAT) e o programa de apoio ao manejo florestal sustentável (PMFS) de apoio financeiro aos municípios prioritários, através do Fundo Amazônia. Este esforço renovado busca abordagens sustentáveis e colaborativas, envolvendo atores governamentais e não governamentais, para enfrentar os desafios complexos do desmatamento na Amazônia.

Mesmo com os avanços ao longo das várias fases do PPCDAm, os desafios persistem. Aumentar a transparência na gestão de recursos, melhorar a coordenação entre agências e fortalecer a aplicação das leis ambientais são tarefas difíceis. Aprender com as experiências passadas é vital, ajustando estratégias para garantir que as políticas sejam adaptáveis e resilientes às mudanças ambientais e sociais na vasta e diversificada região amazônica.

**Tabela 3.** Fases do PPCDam com o período, objetivos e tecnologias utilizadas.

<b>Fase</b>	<b>Período</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Tecnologias Utilizadas</b>
Fase 1	2004-2008	Reduzir a taxa de desmatamento na Amazônia. Fortalecer a governança ambiental. Promover atividades sustentáveis.	Sensoriamento remoto (imagens de satélite). Sistemas de monitoramento (PRODES, DETER). Geoprocessamento.
Fase 2	2009-2011	Consolidar a redução do desmatamento. Implementar políticas públicas de uso sustentável da terra. Fortalecer a regularização fundiária e ambiental.	Sistemas de Alerta de Desmatamento (DETER-B). Tecnologias de mapeamento e georreferenciamento. Monitoramento via satélite de alta resolução.
Fase 3	2012-2015	Ampliar a governança territorial. Promover a economia de baixo carbono. Fortalecer a gestão ambiental descentralizada.	Sistemas integrados de monitoramento (INPE, IBAMA). Ferramentas de análise de dados espaciais. Sensoriamento remoto avançado.
Fase 4	2016-2020	Prevenir e combater o desmatamento ilegal. Recuperar áreas degradadas. Promover a regularização ambiental e fundiária. Fortalecer a fiscalização e controle ambiental.	Drones para monitoramento detalhado. Sistemas de informação geográfica (SIG). Tecnologias de rastreamento e auditoria (CAR). Monitoramento em tempo real (DETER). Inteligência artificial e aprendizado de máquina para análise de dados. Plataformas de dados abertos e colaborativos.
Fase 5	2021-2023 (em andamento)	Promover cadeias produtivas sustentáveis. Ampliar a transparência e a participação social.	

Fonte: MMA (2023)

#### 5.4 Termo de Ajustamento de Conduta da Pecuária (TAC da Carne)

O TAC da Pecuária é um acordo, firmado entre o Ministério Público Federal (MPF) e empresas do setor pecuário, e tem como meta promover práticas sustentáveis e combater o desmatamento ilegal na Amazônia. Empresas especializadas em geomonitoramento utilizam imagens de satélite e dados de geolocalização para mapear e monitorar áreas desmatadas. As informações obtidas são cruzadas com os registros das propriedades fornecedoras de gado, garantindo que frigoríficos adquiram apenas animais que atendam aos critérios do TAC.

O processo de controle começa com uma verificação automatizada da presença dos fornecedores nas listas de embargos do Ibama e na lista de trabalho escravo do governo federal. Em seguida, o monitoramento geoespacial entra em ação, focando em desmatamento e invasões de Terras Indígenas e Unidades de Conservação. Empresas de geomonitoramento têm um papel crucial, identificando se a propriedade sobrepõe Unidades de Conservação ou Terras Indígenas,

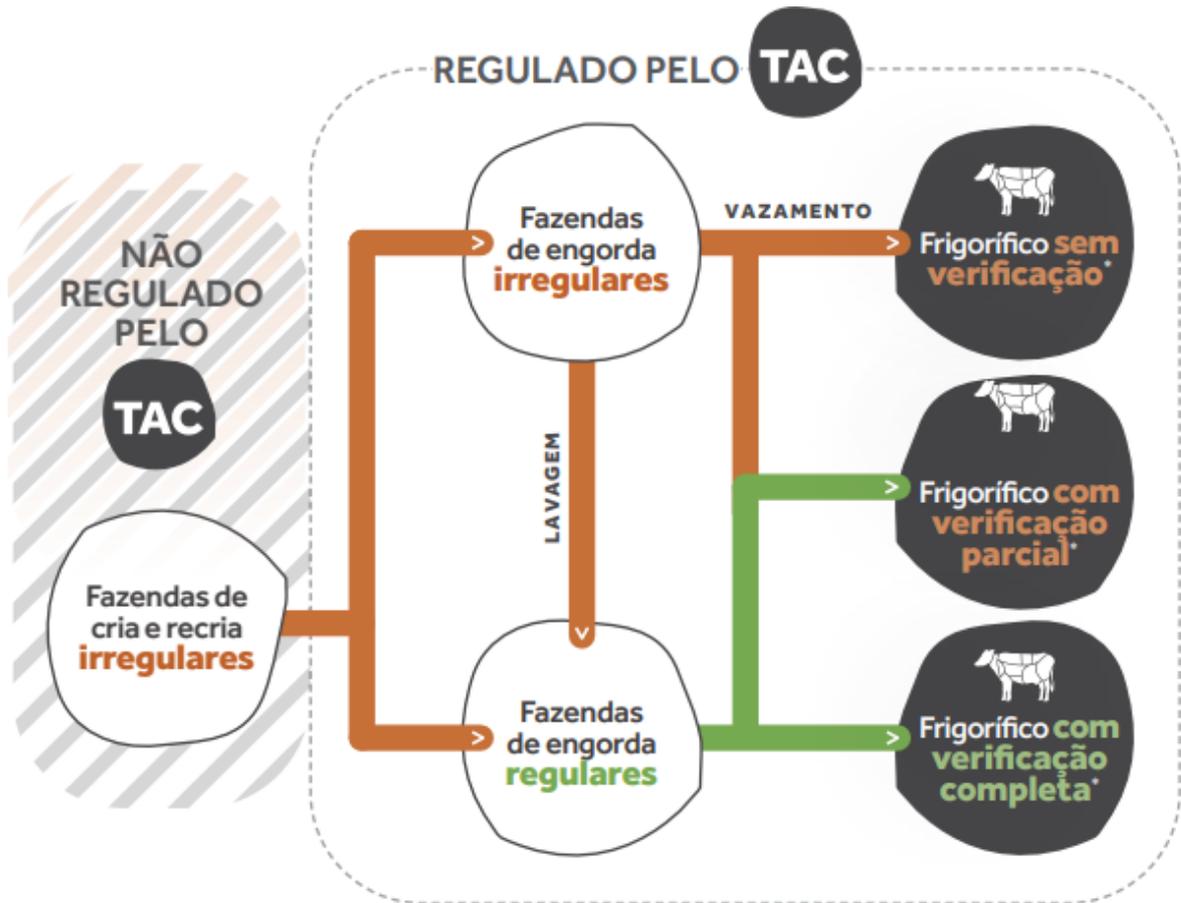
verificando polígonos georreferenciados de áreas embargadas pelo Ibama e desmatamentos detectados pelo PRODES.

Na Figura 4 é possível ver o organograma de como funciona a TAC da carne, onde primeiramente é utilizado os dados das guias de transporte animal da região onde foi assinado o acordo, com isso é possível ver as propriedades que os gados estão sendo criados, após isso é possível fazer uma análise de desmatamento por imagens de satélites dessas propriedades, com



**Figura 4.** Organograma exemplificativo do sistema de auditoria para o TAC da Carne.  
**Fonte:** Amigosdaterra (2024)

Na Figura 5 é possível analisar como funciona a cadeia de fornecimento de animais irregulares, as fazendas irregulares são a principal fonte de matéria prima para fazendas regulares e irregulares, as fazendas irregulares de engorda conseguem vender o gado para açougues da cidade e para fazenda regulares de engorda, o que torna esse gado legal e esse gado é vendido para os frigoríficos poderem exportar a carne.



**Figura 5.** Arranjos possíveis para burlar o TAC e os acordos voluntários que se baseiam somente no monitoramento dos fornecedores diretos dos frigoríficos.

**Fonte:** Dados adaptados de Barreto e Gibbs (2015).

As auditorias independentes são vitais para o termo de ajustamento, elas avaliam a rastreabilidade do gado das propriedades fornecedoras, fazendo levantamentos de desmatamentos nos locais de criação de gado e analisando se as propriedades estão dentro de todas as legislações vigentes. Com os resultados das auditorias nas propriedades é possível indicar se o TAC está tendo resultados confiáveis e quanto de animais irregulares ainda existe em determinado local de criação.

O monitoramento insuficiente dos fornecedores indiretos, que são os fornecedores normalmente ilegais que entregam seus gados para outros fornecedores finais que estão legalizados, pode permitir a entrada de gado de áreas desmatadas ilegalmente na cadeia produtiva. Problemas como a triangulação de animais, que consiste em colocar um chip de radiofrequência no animal e rastrear a movimentação do animal em toda a cadeia produtiva e a falsificação de documentos ainda precisam ser resolvidos para aumentar a eficácia do TAC.

Na Figura 6, observa-se a trajetória das empresas que aderiram ao Termo de Ajustamento de Conduta com o Ministério Público, o que demonstrou uma redução significativa nas taxas de irregularidades de 2017 a 2018. Isto demonstrou como este acordo contribui na mitigação do desmatamento relacionado à pecuária, pois impede que criadores que não estão em conformidade com as regulamentações ambientais estabelecidas mantenham relações comerciais com os frigoríficos.

	2017					2018				
	Qtd. de animais	Auditados	Irreg.	% Irreg.	Empresa Geo	Qtd. de animais	Auditados	Irreg.	% Irreg.	Empresa Geo
<b>JBS (4)</b>	610.269	610.269	118.459	19,1%	●	541.454	301.207	24.907	8,3%	●
<b>Mercúrio (3)</b>	381.772	381.772	1.328	0,3%	●	538.226	505.416	1.128	0,2%	●
<b>Minerva</b>	181.008	181.008	—	0%	●	304.361	297.000	776	0,3%	●
<b>Marfri-norte</b>	164.280	164.280	518	0,3%	●	177.318	155.693	0	0,0%	●
<b>Xinguará</b>	163.573	163.573	—	0%	●	177.070	152.064	85	0,1%	●
<b>Frigol</b>	160.791	160.791	27.969	17,4%	●	271.591	271.591	50.830	18,7%	●
<b>Master-boi</b>	127.837	127.837	39.684	31%	●	147.885	147.885	5.508	3,7%	●
<b>Rio Maria</b>	123.864	123.864	—	0%	●	127.760	93.571	19	0,0%	●
<b>Agro-export</b>	96.614	96.614	—	0%	●	93.490	88.369	—	0,0%	●
<b>Forte-frigo</b>	74.056	74.056	6.222	8,4%	●	122.370	122.370	18.687	15,3%	●
<b>Totais</b>	<b>2.084.064</b>	<b>2.084.064</b>	<b>194.180</b>	<b>9,3%</b>		<b>2.501.525</b>	<b>2.135.166</b>	<b>101.940</b>	<b>4,7%</b>	

Empresa Geo: Agrottools ● Niceplanet ●

**Figura 6.** Resultados do TAC da carne nos anos de 2017 e 2018, estratificado por empresas que aderiram ao acordo.

**Fonte:** Tac da carne no Pará e compromisso público da pecuária (2020)

## 5.5 Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007

O Decreto nº 6.321, datado de 21 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2007), que já se encontra revogado, mas foi o primeiro a trazer no seu texto a utilização de monitoramento florestal para realizar políticas públicas, surgiu com o propósito de prevenir, monitorar e controlar o desmatamento na Amazônia, além de revisar o Decreto nº 3.179, de 1999, que

estabelecia penalidades para atividades nocivas ao meio ambiente. Este decreto foi um avanço significativo na gestão ambiental, porém, apresentou desafios que precisam ser considerados.

Conforme o decreto, o Ministério do Meio Ambiente deveria divulgar anualmente uma lista de municípios na Amazônia que necessitavam de atenção especial, baseada em dados históricos de desmatamento fornecidos pelo INPE. Os critérios incluem a área total desmatada, o desmatamento dos últimos três anos e o aumento das taxas de desmatamento nos últimos cinco anos. Essa estratégia era crucial para concentrar os esforços de fiscalização onde eram mais necessárias. No entanto, a eficácia dessa medida dependeu fortemente da precisão e atualidade dos dados do INPE, bem como da capacidade das autoridades locais em responder às necessidades de fiscalização e controle.

Proprietários de terras rurais nesses municípios eram obrigados a atualizar seus registros junto ao INCRA, com o objetivo de coletar informações para prevenir novos desmatamentos ilegais e integrar políticas agrárias, agrícolas e ambientais. Esta atualização de registros era essencial para criar um banco de dados robusto que facilitasse a gestão compartilhada entre o INCRA, IBAMA e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

A transparência é reforçada pelo IBAMA, que publicou periodicamente uma lista de imóveis monitorados. Para novos desmatamentos superior a cinco hectares por ano em propriedades maiores que quatro módulos fiscais, era necessário possuir a certificação de georreferenciamento do INCRA. A penalidade para a não conformidade era o bloqueio do cadastro no Sistema Nacional de Cadastro Rural, uma medida que visa aumentar a conformidade, mas que também pode afetar negativamente pequenos agricultores se não for acompanhada de apoio técnico e financeiro.

O decreto permitia exceções para atividades de segurança nacional, infraestrutura essencial, pesquisa e extração mineral, pesquisa arqueológica e atividades de proteção à vegetação nativa. Embora essas exceções fossem necessárias, elas deviam ser rigorosamente monitoradas para evitar abusos que podiam levar ao desmatamento indiscriminado.

A União, coordenada pelo INCRA, se comprometia a georreferenciar imóveis de até quatro módulos fiscais sem custo para os proprietários, o que era uma medida positiva para incentivar a regularização fundiária. Além disso, instituições federais de crédito poderiam criar linhas de financiamento especial para o georreferenciamento dessas propriedades e não conceder crédito para atividades que desrespeitassem embargos ou cometam infrações ambientais, reforçando o compromisso com a sustentabilidade.

O Decreto nº 6.321 implementava um sistema de fiscalização mais rigoroso e integrado, promovendo a gestão sustentável e a preservação do bioma amazônico. No entanto, a eficácia dessas medidas dependia de uma implementação eficiente, apoio contínuo aos pequenos proprietários e monitoramento rigoroso das exceções permitidas. Sem esses cuidados, havia o risco de que as boas intenções do decreto não fossem traduzidas em resultados concretos na redução do desmatamento e na conservação da Amazônia.

Acredito que as exigências desse decreto, como mapas de georreferenciamento das propriedades, era onerosa para os pequenos proprietários e existia um risco de que as medidas restritivas, podiam marginalizar os pequenos proprietários que já enfrentavam dificuldades financeiras, o que acabava por desincentivar os pequenos produtores a ficarem dentro da lei e poder receber financiamento dos bancos, além de dar educação ambiental e o apoio técnico aos pequenos agricultores.

## **5.6 Decreto nº 11.687, de 5 de setembro de 2023**

A revogação do Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007, em favor do Decreto nº 11.687, sinaliza uma mudança de foco do controle estrito do desmatamento ilegal para uma abordagem mais abrangente e integrada. Esta transição deve ser meticulosamente gerida para assegurar uma implementação suave e eficaz das novas políticas, minimizando a incerteza para os proprietários rurais e as autoridades locais. Com comunicação clara e um período de adaptação adequado, é possível maximizar os benefícios das novas medidas enquanto se reduzem os desafios de transição.

O Decreto nº 11.687, de 5 de setembro de 2023 (BRASIL, 2023), marcou um salto na estratégia governamental para prevenir, monitorar, controlar e reduzir o desmatamento e a degradação florestal na Amazônia. Com critérios robustos baseados em dados do INPE, o decreto identifica municípios prioritários, direcionando esforços para onde o impacto ambiental é mais sentido. No entanto, a eficácia desta medida repousa na confiabilidade e na atualização constante desses dados, um desafio gigante, dado o histórico de limitações tecnológicas e financeiras do INPE.

A criação do Programa União com Municípios pela Redução de Desmatamento e Incêndios Florestais, financiado pelo Fundo Amazônia, é uma ideia brilhante, oferecendo suporte financeiro direto aos municípios críticos. Contudo, a gestão desses recursos é desafiadora, repleto de riscos devido à burocracia e à corrupção, algo que já manchou

programas anteriores. É crucial implementar mecanismos de auditoria e transparência robustos para garantir que os fundos sejam eficazmente utilizados na execução de ações de preservação e recuperação ambiental.

Além disso, a exigência de que os imóveis rurais estejam registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e atendam a critérios específicos é uma tentativa nobre de promover a conformidade ambiental. Proporcionar assistência técnica e simplificar a burocracia para os proprietários rurais poderia facilitar esse processo, incentivando a adesão voluntária às diretrizes ambientais.

A proibição de financiamentos para empreendimentos com histórico de infrações ambientais, embora necessária, suscita preocupações sobre a aplicação justa e eficaz das sanções. A avaliação precisa das infrações e a garantia de cumprimento oportuno das sanções são vitais para impedir que empresas ambientalmente irresponsáveis continuem operando impunemente. Um sistema de monitoramento rigoroso e punições severas, aliado a incentivos claros para a recuperação ambiental, poderia aprimorar a eficácia dessas medidas.

Essa é uma era de transformação, onde a luta contra o desmatamento ganha novas ferramentas e estratégias. A Amazônia clama por socorro, e cada decreto, cada ação, é um passo em direção a um futuro mais verde e sustentável.

## **5.7 Limitações e melhorias do monitoramento florestal**

As limitações do monitoramento florestal na Amazônia são vastas e profundamente alarmantes. Apesar dos avanços tecnológicos, a infraestrutura de monitoramento ainda enfrenta desafios críticos em termos de cobertura espacial e temporal. Dados do DETER e PRODES revelam que, apesar dos esforços para melhorar a precisão e a frequência das medições, ainda existem vastas áreas da Amazônia com cobertura de satélite irregular ou até mesmo inexistente. Isso cria brechas perigosas na detecção de desmatamento em tempo real, permitindo que atividades ilegais ocorram sem serem detectadas até que o dano ambiental já seja irreversível.

Para mitigar esses problemas, várias melhorias já foram implementadas, entre elas o uso de satélites de radar de abertura sintética (SAR), integração de dados de múltiplos satélites e desenvolvimento de algoritmos avançados de processamento de imagem. Avanços em tecnologias de sensoriamento remoto, como o uso de imagens de altíssima resolução e algoritmos sofisticados de inteligência artificial, têm o potencial de revolucionar o monitoramento florestal. É essencial um investimento robusto em tecnologias emergentes,

como drones equipados com sensores avançados e satélites de última geração. A integração de tecnologias de aprendizado de máquina para análise de dados poderia melhorar significativamente a detecção de padrões de desmatamento.

Além dos desafios tecnológicos, há uma dimensão política e institucional que não pode ser ignorada. A interferência política nos órgãos de fiscalização ambiental e o enfraquecimento das leis de proteção têm continuamente minado os esforços para combater o desmatamento ilegal. O fortalecimento das instituições responsáveis pelo monitoramento e pela aplicação da lei, juntamente com um apoio governamental consistente, é crucial. A percepção de impunidade entre os infratores precisa ser combatida com a aplicação rigorosa de sanções significativas e a garantia de que os responsáveis sejam devidamente punidos.

A governança na Amazônia é intrinsecamente complexa, envolvendo múltiplos atores, como governos estaduais, federais, municipais, comunidades indígenas e organizações não governamentais, cada um com papéis variados e, por vezes, conflitantes na gestão dos recursos naturais. Melhorar a coordenação entre esses atores é fundamental para a implementação eficaz de políticas ambientais e a proteção das áreas protegidas. A criação de plataformas de colaboração interinstitucional pode facilitar essa coordenação, promovendo uma gestão mais integrada e eficaz dos recursos florestais.

Do ponto de vista técnico e científico, o uso de drones e sensores terrestres oferece avanços promissores, mas enfrenta desafios operacionais significativos. A vastidão e a densidade da cobertura florestal amazônica dificultam a logística para cobrir áreas remotas de maneira sistemática e eficiente. Soluções como o desenvolvimento de redes de sensores automáticos em áreas críticas e o uso de tecnologias de comunicação avançadas para transmissão de dados em tempo real podem aumentar a capacidade de monitoramento contínuo e detalhado, permitindo a detecção oportuna de atividades ilegais.

Portanto, embora existam avanços promissores, é imperativo que se intensifiquem os investimentos em tecnologia, capacitação e coordenação interinstitucional para enfrentar os desafios do monitoramento florestal na Amazônia. Somente assim será possível proteger eficazmente este bioma e garantir a sustentabilidade ambiental a longo prazo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, o monitoramento florestal é empregado nas políticas públicas brasileiras na Amazônia Legal Brasileira, com o sistema PRODES se destacando como um programa fundamental para análise do desmatamento e o DETER com um principal vigilante para Amazônia, emitindo alertas para órgãos de fiscalização.

O PPCDAm obteve avanços significativos desde sua criação, cada fase obteve um avanço na forma de como controlar o desmatamento, mas o plano não deve ficar muitos anos sem atualizações, pois depois de 3 anos após a implementação da nova fase, é possível ver que as taxas de desmatamento começam a aumentar, o que demonstra que a infraestrutura tecnológica, requer investimentos contínuos e as interferências políticas e o enfraquecimento das leis ambientais minam os esforços de fiscalização e conservação, comprometendo a sustentabilidade dos resultados alcançados.

A implementação do TAC da Pecuária, simboliza um marco na luta contra o desmatamento ilegal na Amazônia. Ele possibilita um controle mais rigoroso das atividades pecuárias. Isso garante que as propriedades fornecedoras de gado estejam em conformidade com rigorosos critérios ambientais e sociais. Os desafios que minam a eficácia é a monitorização limitada dos fornecedores indiretos que ainda permitem que gado de áreas desmatadas ilegalmente entre na cadeia produtiva.

O monitoramento florestal na Amazônia possui limitações ainda, sendo a limitação na infraestrutura tecnológica o principal problema de monitoramento, pois não consegue garantir a cobertura completa da região. Com interferências políticas nos órgãos ambientais, as leis vão se enfraquecendo e perdendo força, por esse motivo deve-se mudar a forma de governança nos órgãos ambientais e garantir orçamentos mínimos anuais que não possam ser remanejados para outros fins, removendo assim a dependência política dos órgãos ambientais.

## 7 REFERÊNCIAS

A IMPORTÂNCIA DA RASTREABILIDADE DA CARNE NA REDUÇÃO, D. D. N. A. TAC DA CARNE NO PARÁ E COMPROMISSO PÚBLICO DA PECUÁRIA. 2020 Disponível em: <[https://amigosdaterra.org.br/wp-content/uploads/2020/08/ADT-tac-compromissos\\_final.pdf](https://amigosdaterra.org.br/wp-content/uploads/2020/08/ADT-tac-compromissos_final.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2024.

AZEVEDO, A. A. Ambiental Rural e sua contribuição para a conservação florestal no Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69. p. 1203–1221, 2017.

BRASIL. Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007. Dispõe sobre ações relativas à prevenção, monitoramento e controle de desmatamento no Bioma Amazônia, bem como altera e acresce dispositivos ao Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999, que dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 21 dez. 2007.

BRASIL. Decreto nº 11.687, de 5 de setembro de 2023. Dispõe sobre as ações relativas à prevenção, ao monitoramento, ao controle e à redução de desmatamento e degradação florestal no Bioma Amazônia. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 06 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 28 mai. 2012.

**Deter e Prodes.** Disponível em: <<https://arvoreagua.org/ciencias/deter-e-prodes>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

FERREIRA, M. A. Monitoramento em tempo real do desmatamento: uma análise do sistema DETER. *Revista Brasileira de Geomática*, v. 6, n. 2, p. 45-59, 2018.

FERREIRA, M. Monitoramento florestal: tecnologias e desafios. São Paulo: Editora Ambiental, 2020.

Fundo Amazônia: Relatório de Atividades. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**, 2020.

GIBBS, P. B. H. **Como melhorar a eficácia dos acordos contra o desmatamento associado à pecuária na Amazônia?** Disponível em: <[https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/TACPecuaria\\_WEB.pdf](https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/TACPecuaria_WEB.pdf)>. Acesso em: 25 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Relatório de atividades do PRODES. Brasília, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS - IBAMA. Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER). Brasília, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS - IBAMA. Sistema JJ-FAST (IBAMA-JAXA). 2024. Disponível em: <http://www.eorc.jaxa.jp/jjfast/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. DETER: Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real. São José dos Campos, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Estimativa de desmatamento na Amazônia Legal para 2023 é de 9.001 km<sup>2</sup>. 2023. Disponível em: [https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/estimativa-de-desmatamento-na-amazonia-legal-para-2023-e-de-9-001-km2/2023\\_1020\\_Nota\\_tecnica\\_Estimativa\\_Taxa\\_2023\\_SEI.pdf](https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/estimativa-de-desmatamento-na-amazonia-legal-para-2023-e-de-9-001-km2/2023_1020_Nota_tecnica_Estimativa_Taxa_2023_SEI.pdf). Acesso em: 20 junho 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Monitoramento da Amazônia por Satélite. Disponível em: [https://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/desmatamento.htm](https://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/desmatamento.htm). Acesso em: 22 junho 2024.

JAXA. ALOS-2 Satellite Monitoring. 2024. Disponível em: [http://www.jaxa.jp/press/2016/12/20161222\\_alos2\\_en.html](http://www.jaxa.jp/press/2016/12/20161222_alos2_en.html). Acesso em: 22 junho 2024.

LIMA, L. S., et al. The Amazon Fund: Financing deforestation control in the Brazilian Amazon. *Environmental Policy and Governance*, v. 21, n. 5, p. 321-334, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). Ministério do Meio Ambiente, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) - Fase 5. Ministério do Meio Ambiente, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Programa Bolsa Verde. Ministério do Meio Ambiente, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Políticas públicas de monitoramento ambiental. Brasília, 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM). Brasília: MMA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/politica-ambiental/plano-de-acoes-para-amazonia>. Acesso em: 21 jun. 2024.

OLIVEIRA, J. Impactos ambientais e estratégias de conservação. Rio de Janeiro: Natureza Viva, 2018.

PEREIRA, L. F. Transparência e acessibilidade dos dados de desmatamento no Brasil. Estudos de Política Ambiental, v. 10, n. 1, p. 78-92, 2021.

RODRIGUES, R. A. A importância da bioeconomia para a preservação da Amazônia. Revista Brasileira de Políticas Públicas, v. 12, n. 1, p. 45-58, 2022.

**Satélites de monitoramento - portal embrapa.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento>. Acesso em: 20 jun. 2024.

SILVA, J. M. C. et al. Deforestation in the Brazilian Amazon: drivers, rates and trends. Forest Ecology and Management, v. 442, p. 15-27, 2020.

SILVA, R. Importância do monitoramento florestal na Amazônia. Curitiba: Editora Ambiental, 2022.

SILVA, R. T. Sistemas de sensoriamento remoto aplicados ao monitoramento florestal. Curitiba: Editora Ambiental, 2019.

SILVA, J.; SOUZA, M.; PEREIRA, L. Mobilização rápida de operações de fiscalização e controle. *Revista de Gestão Ambiental*, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2019.

SOARES-FILHO, B. S. et al. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 24, p. 10821-10826, 2010.

SOUZA, A. C. Estratégias de conservação e monitoramento ambiental na Amazônia. Porto Alegre: Editora Verde, 2022.

SPAROVEK, G. et al. The revision of the Brazilian Forest Act: Increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? *Environmental Science & Policy*, v. 16, p. 65-72, 2019.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE -WWF Brasil. ARPA: proteção de milhões de hectares de florestas. 2018. Disponível em: <https://www.wwf.org.br>. Acesso em: 15 maio 2024.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE -WWF Brasil. Monitoramento florestal permite a identificação rápida de áreas de desmatamento ilegal. 2023. Disponível em: <https://www.wwf.org.br>. Acesso em: 15 maio 2024.