



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação

DESMATAMENTO, QUEIMADAS E SECAS EXTREMAS NO BIOMA CAATINGA, BRASIL

IARA REGINA FERREIRA DO CARMO

SÃO LUÍS/MA

2024

IARA REGINA FERREIRA DO CARMO

**DESMATAMENTO, QUEIMADAS E SECAS EXTREMAS
NO BIOMA CAATINGA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós- Graduação em Biodiversidade e
Conservação da Universidade Federal do
Maranhão, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em
Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Celso Henrique Leite
Silva-Junior

SÃO LUÍS/MA

2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Ferreira do Carmo, Iara Regina.

Desmatamento, Queimadas e Secas Extremas no Bioma Caatinga, Brasil / Iara Regina Ferreira do Carmo. - 2024.

61 p.

Orientador(a): Celso Henrique Leite Silva-junior. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em

Biodiversidade Conservação/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís-ma, 2024.

1. Desmatamento. 2. Eventos Climáticos. 3. Incêndios Florestais. 4. Biodiversidade. 5. . I. Leite Silva-junior, Celso Henrique. II. Título.

IARA REGINA FERREIRA DO CARMO

**DESMATAMENTO, QUEIMADAS E SECAS EXTREMAS NO BIOMA CAATINGA,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Biodiversidade e Conservação.

Aprovada em 22 /11 /2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Celso Henrique Leite Silva-Junior
PPGBC/UFMA (Orientador)

1º Examinadora Prof^a. Dr^a. Helen Nébias Barreto
DEGEO/UFMA (externa ao Programa)

2º Examinadora Prof^a. Dr^a. Polyanna da Conceição Bispo
University of Manchester (externa a instituição)

"O que estamos fazendo às florestas do mundo é apenas um reflexo do que estamos fazendo a nós mesmos e uns aos outros." Mahatma Gandhi.

Dedico ao meu querido companheiro de vida, Luciano. Por todo zelo, cuidado e afeto dedicado a mim durante este percurso. E à minha amada mãe, Maria da Conceição (*in memoriam*). Sem vocês meus dias não seriam tão felizes, as comidas não teriam sabores, o arco-íris seria em preto e branco, os perfumes não teriam cheiros, tampouco o café teria o mesmo gosto e aroma. Enfim...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a espiritualidade, por toda proteção e tudo que aconteceu durante a minha vida. A minha família e aos meus poucos amigos de várias décadas, que faço questão de preservar, pois amigos de verdade são raros.

Ao meu orientador, Celso Henrique Leite Silva-Junior, por tornar amena essa caminhada, estando sempre ao meu lado em todos os momentos, sendo o orientador que eu precisava e o amigo que nem sequer esperava. Aos colegas que fiz durante o mestrado, em especial à Tayane, por ter me dedicado tempo, dividirmos nossas alegrias, realizações e cafés.

Gostaria também de expressar minha profunda gratidão à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo financiamento e apoio concedido ao longo desta pesquisa. Sem o suporte financeiro e a confiança depositada no meu trabalho, este estudo não fluiria desta maneira.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por ter apoiado e financiado esta pesquisa através do projeto YBYRÁ-BR: Quantificação Espaço-temporal das Emissões e Remoções de CO₂ pelas Florestas Brasileiras (Processo CNPq 401741/2023-0)..

RESUMO

Os incêndios florestais são intensificados por uma série de fatores, entre eles os eventos climáticos e o desmatamento. O desmatamento contribui significativamente tanto para o aumento dos focos de incêndios florestais quanto para a incidência e propagação do fogo pelo território, resultando no aumento das emissões de gases de efeito estufa, nas temperaturas climáticas e na perda de biodiversidade. Por isso, o objetivo geral deste trabalho foi analisar a influência do desmatamento, dos eventos climáticos e da dinâmica espaço-temporal do bioma Caatinga na propagação dos incêndios florestais, utilizando dados de plataformas como MapBiomas Brasil, INMET e imagens de satélite. Por meio desses dados, a pesquisa mostrou que o bioma Caatinga, devido à sua escassez hídrica, composição vegetal e clima, é naturalmente suscetível a incêndios florestais, os quais são agravados pelo desmatamento exacerbado da vegetação. Além disso, o estudo evidenciou que eventos climáticos extremos, como El Niño, PDO e AMO em fases positivas, contribuem para a escassez hídrica, enquanto La Niña e fases negativas desses eventos provocam chuvas excessivas, ambos impactando a fertilidade do solo e a biodiversidade. Dessa maneira, a pesquisa confirmou a hipótese de que mudanças no uso da terra e eventos climáticos intensificam a ocorrência e propagação dos incêndios, evidenciando a necessidade de estratégias de fiscalização e uso sustentável da terra.

Palavras-chave: incêndios florestais; desmatamento; bioma Caatinga; eventos climáticos; perda de biodiversidade; Brasil.

ABSTRACT

Wildfires are intensified by various factors, including climatic events and deforestation. Deforestation significantly contributes to both the increase in wildfire occurrences and the incidence and spread of fire across the landscape, leading to higher greenhouse gas emissions, increased temperatures, and biodiversity loss. Therefore, the main objective of this study was to analyze the influence of deforestation, climatic events, and the spatiotemporal dynamics of the Caatinga biome on wildfire spread, using data from platforms such as MapBiomas Brazil, INMET, and satellite imagery. This data revealed that the Caatinga biome, due to its water scarcity, vegetation composition, and climate, is naturally susceptible to wildfires, which are further exacerbated by excessive vegetation clearing. Additionally, the study demonstrated that extreme climatic events, such as El Niño, PDO, and AMO in positive phases, contribute to water scarcity, whereas La Niña and negative phases of these events cause excessive rainfall, both impacting soil fertility and biodiversity. Thus, the research confirmed the hypothesis that land-use changes and climatic events intensify wildfire occurrence and spread, highlighting the need for regulatory strategies and sustainable land use practices.

Keywords: Wildfires; Deforestation; Caatinga Biome; Climatic Events; Biodiversity Loss; Brazil.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGB	Biomassa Acima do Solo
AMO	Multidecadal do Atlântico
ETa	Evapotranspiração Real
ENSO	El Niño-Oscilação Sul
GEE	Gases de Efeito Estufa
LoRa	Rede de Área Ampla de Longo Alcance
IoT	Internet das coisas, referido a LoRa
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
ONI	Índice Oceânico Niño
PDO	Oscilação Decadal do Pacífico
Pg	Petagramas
PM2.5	Material Particulado 2.5 micrômetros
SR	Sensoriamento Remoto
UAVs	Veículos Aéreos Não Tripulados

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Métodos de monitoramento de incêndios florestais.

Figura 02- Captura das queimadas via Sensoriamento Remoto.

Figura 03- Gradiente da Propagação do Fogo na Densidade Vegetal da Caatinga.

Figura 04- Modificação da paisagem, sobre o impacto do fogo na biodiversidade do bioma Caatinga.

Figura 05- Mapa de Localização da área de estudo.

Figura 06- Ilustração do processo de validação, refinamento e cruzamento dos dados de desmatamento com os dados obtidos de outras bases existentes.

Figura 07- Gráfico da Análise Temporal dos Indicadores Climáticos no Bioma Caatinga (1990-2022).

Figura 08- Gráficos de área desmatada para cada tipo de vegetação, de 1990 a 2022.

Figura 09- Gráfico de Contribuição Proporcional dos Tipos de Vegetação para as Áreas Desmatadas no Bioma Caatinga.

Figura 10- Gráfico da área de cobertura por cada tipo de vegetação, de 1990 a 2022 em km².

Figura 11- Gráfico do percentual da contribuição de cada classe de vegetação para a área queimada entre 1990 e 2022.

Sumário

CAPÍTULO 1	12
1.0. INTRODUÇÃO	12
2.0. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. Características Físicas do Bioma Caatinga	14
2.2. Dinâmica Espaço-Temporal dos Incêndios	18
2.2. 1. Métodos de Monitoramento de Incêndios	20
2.2.2 . Monitoramento de Incêndios feitos por Sensoriamento Remoto	21
2.3. Fatores que Influenciam a Propagação do Fogo	23
2.4. Impactos Ecológicos e Econômicos do Fogo	25
3.0. OBJETIVOS	29
3.1. Objetivo Geral	29
3.2. Objetivos Específicos.....	29
REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 2	36
IMPACTOS DO DESMATAMENTO E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA DINÂMICA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BIOMA CAATINGA, BRASIL.....	37
1. INTRODUÇÃO	38
2. METODOLOGIA	42
2.1. Área de Estudo.....	42
2.2. Dados de Desmatamento	43
2.3. Aquisição de dados de Fogo.....	44
2.4. Dados climáticos do bioma Caatinga	44
2.5. Análise do impacto do fogo na vegetação	45
3. DESENVOLVIMENTO	45

3.1. Temperatura da Superfície dos Oceanos e Variabilidade da Chuva no Bioma Caatinga	45
3.2. Desmatamento nas Fitofisionomias de Vegetação do Bioma Caatinga	47
3.3. Impacto do Fogo na vegetação do bioma Caatinga	50
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
AGRADECIMENTOS	55
REFERÊNCIAS.....	55