

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PERFIL E ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM  
ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS DA CAATINGA**

TÚLIO BRENNER FREITAS DA SILVA

NATAL/RN  
2020

TÚLIO BRENNER FREITAS DA SILVA

**PERFIL E ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM  
ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador

Prof. Dr. Malcon do Prado Costa

NATAL/RN

2020

**TÚLIO BRENNER FREITAS DA SILVA**

**PERFIL E ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM  
ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

**BANCA EXAMINADORA**

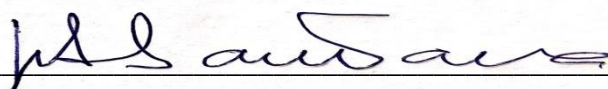


Malcon do Prado Costa  
Vice-Coord. de Engenharia Florestal (UFRN)  
SIAPE: 20078827

---

Prof. Dr. Malcon do Prado Costa (Orientador)

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)



---

Prof. Dr. José Augusto da Silva Santana

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)



---

Eng. Fernanda Moura Fonseca Lucas

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

17 de dezembro de 2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Sistema de Bibliotecas – SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte

UFRN – Biblioteca Setorial Prof. Rodolfo Helinski – Escola Agrícola de Jundiá – EAJ

Silva, Túlio Brenner Freitas da.

Perfil e índice de perigo de incêndios florestais em áreas naturais protegidas da caatinga / Túlio Brenner Freitas da Silva. - 2020.

48f.: il.

Monografia (Graduação) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Macaíba, RN, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Malcon do Prado Costa.

Coorientador: Eng. Fernanda Moura Fonseca Lucas.

1. Unidades de Conservação - Monografia. 2. Variáveis Climáticas - Monografia. 3. Degradação Ambiental - Monografia. I. Costa, Malcon do Prado. II. Lucas, Fernanda Moura Fonseca. III. Título.

Elaborado por Valéria Maria Lima da Silva - CRB-15/451

## RESUMO

Todos os anos, cerca de 10 milhões de hectares de florestas são vítimas de ocorrências de incêndios no mundo, causados principalmente pela exploração para agricultura e pecuária. No Brasil, os incêndios florestais são considerados um dos principais problemas ambientais, conceituado como um dos fatores essenciais que influenciam para a destruição e ameaça a biodiversidade das florestas. A devastação causada pelo fogo pode comprometer severamente as regiões que já são intrinsecamente prejudicadas pelas suas próprias características climáticas, como por exemplo, a região semiárida da Caatinga. Faz-se então da necessidade de delimitar áreas que possam garantir a disponibilidade dos recursos naturais, assim como a separação de áreas específicas para exploração que cumpra as exigências do homem sem danificar o meio ambiente. Baseado nisso, este estudo objetivou compreender o perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco, assim como o período mais propício para seu acontecimento e entender suas principais causas e áreas atingidas. Para realizar a avaliação das características de periculosidade de incêndios nas três unidades de conservação, foi coletado os registros meteorológicos diários referentes à precipitação pluviométrica e os valores para umidade relativa do ar, durante o período que compreende os anos de 2010 a 2019 para estimar o índice de perigo de incêndio com o uso da Fórmula de Monte Alegre. Por meio dos dados fornecidos nos Registros de Ocorrência de Incêndios do Sistema Nacional de Informações Sobre o Fogo do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, foi permitido averiguar quais são as áreas mais frequentemente atingidas e as causas mais comuns para a ocorrência de incêndios de categoria florestal em áreas protegidas dos estados. O período considerado mais crítico e que mais frequentemente ocorrem incêndios florestais nas unidades de conservação estudadas é o que compreende o segundo semestre do ano. Os meses de agosto a dezembro apresentaram uma redução drástica no volume das chuvas e conseqüentemente aumentando o risco de periculosidade de incêndios. A vegetação nativa é o alvo principal dos incêndios e suas causas variam entre vandalismo, produção melífera, limpeza de áreas e também ocorrências de origens indeterminadas.

**Palavras-chave:** unidades de conservação, Caatinga; variáveis climáticas; degradação; silvicultura preventiva.

## ABSTRACT

Every year, around 10 million hectares of forests are the victims of fire occurrences in the world, caused mainly by exploitation for agriculture and livestock. In Brazil, forest fires are considered one of the main environmental problems, regarded as one of the key factors influencing the destruction and threatens the forest biodiversity. The devastation caused by fire can severely compromise regions that are already intrinsically affected by their own climatic characteristics, such as the semi-arid region of the Caatinga. It then becomes necessary to delimit areas that can guarantee the availability of natural resources, as well as the separation of specific areas for exploration that meets man's needs without damaging the environment. Based on this, this study aimed at understanding the perfil of forest fires in protected areas in the states of Rio Grande do Norte, Ceara and Pernambuco, as well as the most propitious period for their occurrence and to understand their main causes beyond the affected areas. In order to evaluate the hazard characteristics of fires in the three protected forest areas, it was collected daily weather records relating to precipitation and the values for relative humidity during the period comprising the years 2010-2019 to estimate the degree of fire hazard through the Monte Alegre Formula. Through data from the Fire Occurrence Registry of the National Fire Information System provided by the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources, it was possible to ascertain which areas are most frequently affected and the most common causes for the occurrence of forest fires in each protected area. The period considered most critical and that most frequently occurs forest fires in the studied protected forest areas is that which comprises the second semester of the year. The months from August to December showed a drastic reduction in the volume of rainfall and, consequently, increased the risk of fire hazards. The native vegetation is the main target of fires and causes ranging from vandalism, honey production, cleaning areas to agriculture and livestock, as well as occurrences of indeterminate origin.

**Keywords:** protected areas, Caatinga; climatic variables; degradation; preventive forestry.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Representação territorial da Caatinga e delimitação da Estação Ecológica do Seridó, Estação Ecológica do Castanhão e a Estação Ecológica da Serra da Canoa .....	21
<b>FIGURA 2.</b> Formações rochosas da Estação Ecológica do Seridó. ....	24
<b>FIGURA 3.</b> Placa de entrada da Estação Ecológica do Seridó. ....	24
<b>FIGURA 4.</b> Entorno da Estação Ecológica do Castanhão. ....	25
<b>FIGURA 5.</b> Represa no Açude do Castanhão. ....	25
<b>FIGURA 6.</b> Região do sertão do Pajeú. ....	26
<b>FIGURA 7.</b> Caracterização florestal da Estação Ecológica da Serra da Canoa em período seco. ....	26
<b>FIGURA 8.</b> Fórmula de Monte Alegre (FMA), onde utiliza-se dos dados de umidade relativa do ar (URA) e da quantidade de dias sem chuva (n) para formalizar o risco de incêndio de uma área .....	22
<b>FIGURA 9.</b> Número de dias, por mês, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio, no período de 2010 – 2019 na Estação Ecológica do Seridó, no Rio Grande do Norte. ....	29
<b>FIGURA 10.</b> Número de dias, por mês, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio, no período de 2010 – 2019 na Estação Ecológica do Castanhão, no Ceará. ....	31
<b>FIGURA 11.</b> Gráfico correspondente ao percentual de áreas atingidas pelos incêndios no estado do Ceará. ....	33
<b>FIGURA 12.</b> Gráfico que representa as principais causas da ocorrência dos incêndios catalogados pelo IBAMA no estado do Ceará. ....	34
<b>FIGURA 13.</b> Número de dias, por mês, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio, no período de 2010 – 2019 na Estação Ecológica da Serra da Canoa, no Pernambuco. ....	35
<b>FIGURA 14.</b> Gráfico correspondente ao percentual de áreas atingidas pelos incêndios no estado de Pernambuco. ....	36
<b>FIGURA 15.</b> Gráfico que representa as principais causas da ocorrência dos incêndios no estado de Pernambuco. ....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Restrições utilizadas para realizar as correções necessárias no índice da FMA. ....	23
<b>TABELA 2.</b> Escala que estabelece o grau de periculosidade de incêndios de acordo com os índices da FMA. ....	23
<b>TABELA 3.</b> Número de dias, por ano, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio no período de 2010 a 2019 na Estação Ecológica do Seridó, no Rio Grande do Norte. ....	28
<b>TABELA 4.</b> Número de dias, por ano, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio no período de 2010 a 2019 na Estação Ecológica do Castanhão, no Ceará. ....	30
<b>TABELA 5.</b> Número de dias, por ano, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio no período de 2010 a 2019 na Estação Ecológica da Serra da Canoa, no Pernambuco. ....	32



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
2.1 INCÊNDIOS FLORESTAIS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....	<b>12</b>
2.2 ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIOS .....	<b>14</b>
2.3 SILVICULTURA PREVENTIVA .....	<b>16</b>
2.4 O FOGO NA CAATINGA .....	<b>18</b>
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
3.1 OBJETIVOS GERAIS .....	<b>20</b>
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	<b>20</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1 DESCRIÇÃO TERRITORIAL .....	<b>21</b>
4.1.1 ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ .....	<b>22</b>
4.1.2 ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO CASTANHÃO .....	<b>23</b>
4.1.3 ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA SERRA DA CANOA .....	<b>23</b>
4.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS .....	<b>24</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>27</b>
5.1 ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIO .....	<b>28</b>
5.2 ÁREAS MAIS ATINGIDAS .....	<b>33</b>
5.3 PRINCIPAIS CAUSAS .....	<b>35</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>39</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Todos os anos, cerca de 10 milhões de hectares de florestas são vítimas de ocorrências de incêndios no mundo, causados principalmente pela exploração para agricultura e pecuária (CURT; RIGOLOT, 2020). A ocorrência destes desastres ambientais nas unidades de conservação vem aumentando ao longo dos anos, provocando não somente a destruição em massa da fauna e da flora (SANTOS, 2019), mas também podendo afetar a saúde do solo e a qualidade dos recursos hídricos, a depender apenas da intensidade e da duração destes eventos. Grande parte destes acontecimentos advém do uso incorreto do fogo para limpeza do resto de culturas ou para renovação de pastagens (TORRES et al., 2017).

Os incêndios florestais são considerados um dos principais problemas ambientais do Brasil, conceituado como um dos fatores essenciais que influenciam para a destruição e ameaça a biodiversidade das florestas (LOPES et al., 2018). Além de todos os problemas de percepção imediata que o impacto do fogo causa por onde passa, a emissão dos gases resultantes da queima da biomassa posiciona o país como um dos maiores emissores de gases do efeito estufa no planeta, contribuindo com o aquecimento global e suas consequentes alterações climáticas, além dos prejuízos sociais, econômicos e ambientais (IBAMA, 2018).

Os pequenos produtores rurais das regiões mais remotas do Brasil, ao avançarem sobre as florestas devido à expansão urbana, à necessidade da formação de campos agrícolas ou à criação de pastos, muitas vezes utilizam do fogo como ferramenta para limpeza de áreas após realizarem a supressão da vegetação das áreas selecionadas e implementarem seus negócios. As regiões do Cerrado e da Caatinga são bastante afetadas pela agressividade das práticas tradicionais de agricultura e pecuária, e isso tem resultado na diminuição da biodiversidade e contribuindo para mudanças ambientais (SANTOS; PEREIRA, 2016).

Tendo em vista que a maioria dos incêndios de grande repercussão ocorrem na Amazônia, devido estarem localizados naquela região um dos ecossistemas naturais mais importantes do mundo (MIRANDA et al., 2018), a devastação causada pelo fogo pode comprometer ainda mais severamente outras regiões que já são intrinsecamente prejudicadas pelas suas próprias características climáticas, como por exemplo, a região semiárida da Caatinga, uma área de baixos índices pluviométricos e elevadas

temperaturas, considerada estruturalmente mais vulnerável à degradação do fogo (MELO, 2019).

O histórico da utilização inapropriada do solo da Caatinga, desde a colonização europeia até os dias atuais, demonstra uma grande bagagem de danos ambientais. Neste ritmo, a região caminha para a formação de núcleos de desertificação que já cobrem mais de 15% do território. Estudos indicam que, provavelmente, mais de 50% da Caatinga já sofreu algum tipo de alteração oriunda de atividades antrópicas e a área remanescente indica elevado índice de fragmentação, sendo considerado um dos três biomas mais degradados do Brasil (CASTELETTI et al., 2004).

A atenção à Caatinga não deve ser dada somente devido ao seu grau de degradação. Ela é considerada uma região com significantes números de endemismos e de elevada biodiversidade. Apesar de ser uma região classificada como árida, é considerada imprevisível devido ao seu regime de chuvas altamente inconstante e variável, sendo conceituada como uma região única e importante para o estudo da adaptabilidade, evolução e entendimento comportamental de espécies vegetais e animais (LEAL et al., 2005).

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 INCÊNDIOS FLORESTAIS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

Com o avanço das tecnologias e da população humana adentro das áreas verdes, surgiu a necessidade da determinação de espaços que pudessem garantir a disponibilidade dos recursos naturais, assim como a separação de áreas específicas para exploração (PUREZA, PELLIN; PÁDUA, 2005). A partir desta carência em preservar a biodiversidade, a Constituição Federal de 1988 interviu de modo a assegurar a todos o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225), e futuramente, promulgando a Lei Federal nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 1988; BRASIL, 2000).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) é caracterizado por um conjunto de normas que estabelecem as diretrizes para gestão de unidades de conservação, sejam elas de proteção integral ou de uso sustentável. A primeira permite, além do objetivo básico de proteger e preservar a natureza, apenas o uso indireto de seus recursos naturais. São classificadas em: estações ecológicas, reservas biológicas, parques nacionais, parques estaduais e naturais municipais, monumentos naturais e refúgios da vida silvestre. Já as unidades de conservação caracterizadas como de uso sustentável visam adequar a conservação da natureza com o uso sustentável de uma parcela dos seus recursos naturais. São elas: áreas de proteção ambiental, áreas de relevante interesse ecológico, florestas nacionais, reservas extrativistas, reserva da fauna e reserva de desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2000).

A existência das unidades de conservação é significativamente relevante para assegurar e proteger a diversidade biológica e os recursos genéticos das nossas áreas protegidas. Além de contribuírem diretamente e indiretamente com o controle de qualidade e quantidade da água para consumo, assim como a fertilidade do solo e estabilidade das encostas, também interferem no equilíbrio climático e na manutenção da qualidade do ar. As unidades de conservação fornecem matéria prima para produtos de inimagináveis finalidades, além de servirem como áreas verdes para lazer, educação e cultura da população local (SIMÕES, 2008).

A origem do fogo em incêndios pode ocorrer de maneira acidental, natural ou até mesmo intencional, ocasionando a devastação de toda a vegetação do ambiente, ou seja, o consumo do material combustível da comunidade afetada. Para que o fogo surja, é

necessário a presença de três elementos fundamentais: o combustível, o comburente e o calor. Estes três elementos correspondem ao “triângulo do fogo” que, em harmonia, dão início ao processo de combustão. Na ausência de qualquer um dos três, não há a presença do fogo (BATISTA, 2000).

O fogo é um componente essencial para a perturbação natural que influencia no comportamento dos ecossistemas florestais, impactando tanto em fatores bióticos quanto nos abióticos. Em determinadas circunstâncias, os incêndios precisam acontecer e acontecem de forma natural. A partir do momento em que estes episódios começam a se repetir com uma frequência mais acelerada, acaba resultando num desequilíbrio à recuperação natural do ecossistema, pois os eventos ocorrem antes do tempo hábil para o restabelecimento da flora, o que provoca a fragmentação e a degradação da paisagem (ADÁMEK et al., 2015).

Além de alterar as propriedades físico-químicas e biológicas do solo no processo de exposição ao fogo, os incêndios aumentam o teor de gás carbônico na atmosfera e também emitem gases tóxicos de propriedades cancerígenas, aumentando os casos de doenças respiratórias e problemas de saúde relacionados à poluição atmosférica (BERNARDY, 2011; SANTOS et al., 2017).

O investimento em políticas ambientais e fiscalização que visem o controle e prevenção das consequências causadas pelo fogo é uma necessidade urgente no Brasil, uma vez que as unidades de conservação ambiental não estão imunes a esses desastres. Muitos focos de incêndio que atingem as áreas protegidas iniciam-se nas propriedades do entorno, onde os fazendeiros utilizam do fogo para renovação de pastagem e limpeza de restos de cultura (PEREIRA et al., 2004; GOBBO et al., 2016).

Devido ao crescente e frequente número de registros de ocorrência de incêndios que destruíam áreas relevantes à biodiversidade brasileira, uma bancada científica multidisciplinar governamental foi formada para elaborar ações efetivas ao combate e à prevenção ao fogo (RAMOS, 1995). Desta maneira, em 10 de abril de 1989, foi concebida pelo Decreto Federal de nº 97.635 a criação do Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO), por competência de administração, implementação e operacionalização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (BRASIL, 1989). Geralmente, todas as unidades de conservação em seu plano de manejo apresentam a obrigatoriedade da elaboração de uma brigada de bombeiros, contratados ou voluntários, que atuam em conjunto com as diretrizes do PREVFOGO.

Observou-se que, entre os anos 2008 a 2012, a maioria dos incêndios em unidades de conservação ocorreram no tipo de proteção integral, e dentre elas, os parques nacionais, provavelmente devido à sua extensão (TORRES et al., 2016). As unidades que apresentaram maior número de ocorrência de incêndios florestais foram: Parque Nacional de Ubajara (CE), Flona de Brasília (DF), Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (MT) e Serra da Bocaina (RJ). Já as unidades de conservação que tiveram a sua extensão mais atingida pelos incêndios neste período foram: Estação Ecológica de Serra Geral do Tocantins (TO), Estação Ecológica de Uruçuí-Uma (PI), Parque Nacional de Ilha Grande (PR) e Parque Nacional do Araguaia (TO) (TORRES et al., 2016).

Devido à sua longa extensão, além das caracterizações específicas de cada região, as massas de ar que atingem o território brasileiro acabam refletindo nas variáveis climáticas e diferenciando os níveis de insolação, de precipitação, da umidade relativa do ar, da temperatura e do vento em cada localidade, determinando assim, um comportamento diverso em relação aos períodos que apresentam maiores ocorrências de incêndios florestais nas unidades de conservação espalhadas pelo país. Desta forma, entre os meses de junho e outubro, há maior frequência de episódios de incêndios nas regiões Sudeste e Norte. Já entre os meses de julho a setembro, as ocorrências acontecem com maior assiduidade nas regiões Sul e Centro-Oeste. No Nordeste há uma variação devido a influência litorânea e das características específicas da Caatinga, mas, geralmente os incêndios ocorrem mais frequentemente no período que compreende menor precipitação, ou seja, nos meses de agosto a novembro (TORRES et al., 2016).

## **2.2 ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIOS**

Conceitualmente, a definição para perigo de incêndios florestais está relacionada com os aspectos particulares da constituição do material combustível da área afetada que forma uma condição ideal à ignição ou configura um obstáculo para a extinção do fogo (BROWN; DAVIS, 1973). Consideram-se duas categorias de fatores que podem definir o nível de periculosidade de incêndio: os fatores constantes e os fatores variáveis. O primeiro está relacionado à composição da floresta e seu relevo, que designa a qualidade do material combustível e a forma de propagação do fogo. O segundo é referente à umidade do material combustível e às condições climáticas, assim como a direção do vento, temperatura, umidade relativa, precipitação e instabilidade atmosférica (NUNES, 2005).

Possuir o controle das informações que estão relacionadas às ocorrências dos incêndios reflete grande importância quando se trata da prevenção desses desastres causados pelo fogo, pois através dos índices de periculosidade consegue se determinar o período mais propício para sua ocorrência (DIÓGENES, 2018). Ter conhecimento do material combustível, do relevo e das condições climáticas faz com que se possa determinar o potencial incendiário da área e realizar o combate ao fogo de uma forma mais eficaz, utilizando de técnicas específicas para o controle e prevenindo a propagação das chamas (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017).

As primeiras metodologias de estudo para se determinar a estimativa do grau de perigo de incêndios aptas para execução no Brasil surgiu no ano de 1963, depois de um grande incêndio florestal que consumiu cerca de 10% de todo o estado do Paraná. Após o desastre causado pelo fogo, o Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura anunciou duas fórmulas para determinar o grau de perigo de incêndios: os índices de Angström e o de Nesterov (PAIXÃO; PRIORI, 2015), e somente no ano de 1972, com a utilização de dados específicos do estado do Paraná, Ronaldo Viana Soares desenvolveu a Fórmula de Monte Alegre, altamente empregada até os dias atuais e difundida internacionalmente nos países que apresentam regiões de características semelhantes ao Brasil (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017).

O índice de Angström, desenvolvido na Suécia, é fundamentado na umidade relativa do ar e na temperatura diária medida às 13 horas, determinando se as condições atmosféricas do dia estão suscetíveis à ocorrência de incêndios. Já a fórmula de Nesterov foi desenvolvida na Rússia e calcula o déficit de saturação da umidade do ar em dias acumulados, correlacionado com a temperatura diária, também medida às 13 horas e realizando modificações na fórmula caso ocorra chuva nos dias observados. A Fórmula de Monte Alegre utiliza dos dados da umidade relativa do ar diária medida às 13 horas e do número de dias acumulativos sem precipitação. Fazendo as modificações no índice no dia antecedente ou posterior da chuva, determina-se o grau de periculosidade para ocorrência de incêndios. (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017).

Historicamente, declara-se que há oito principais grupos de agentes motivadores para ocorrência de incêndios florestais, são eles: raios, objetos incendiários, cigarros, estradas de ferro, atividades recreativas, queimas para limpeza, operações florestais e o grupo de causas diversas que são menos frequentes. Dentre todas as possibilidades, apenas uma delas não é advinda de atividades antrópicas (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017; SANTOS 2004; HEIKKILÄ, 2010).

É interessante evidenciar que é necessário realizar um ajuste nos índices de perigo de incêndio de acordo com a região de estudo, pois estes índices podem não ter sido elaborados para todas as localidades e acabar gerando um resultado fictício para seu trabalho. Implementando todos os ajustes, se necessários, pode-se utilizar dos índices, pois eles são considerados as melhores ferramentas para gestão e combate aos incêndios florestais (CASAVECCHIA et al., 2019).

A utilização e estudo do índice de perigo de incêndios não serve apenas para se determinar a probabilidade para ocorrência diária ou não. Medidas preventivas podem ser realizadas a partir do conhecimento destes dados, estabelecendo as regiões que precisam de mais atenção, delimitando zonas potencialmente perigosas e investindo no setor de proteção florestal. A concessão de permissão para queimadas também leva em consideração os resultados do índice de perigo, dependendo do valor de periculosidade, a queima pode não ser permitida, pois o controle do fogo torna-se mais difícil quando em área de elevados índices. Estimar e prever o comportamento do fogo através da correlação entre as variáveis climáticas, a topografia e o histórico da área é completamente possível e fidedigno (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017).

### **2.3 SILVICULTURA PREVENTIVA**

As atividades de proteção florestal contra incêndios podem e devem ser realizadas em quaisquer fragmentos de área, sejam plantadas ou nativas. Geralmente, as florestas equiâneas são as mais atingidas por estas adversidades devido a costumeiramente estarem ligadas ao maior tráfego humano, seja de profissionais do manejo, ou em razão à proximidade com estradas e rodovias.

O objetivo da silvicultura preventiva é criar um ambiente em que, no caso de um incêndio, o fogo não se propague tão rapidamente ou que sua contenção seja facilitada mediante às atividades de prevenção, impedindo que se torne um evento cada vez mais grave (BATISTA; SOARES, 2008). Todavia, a silvicultura preventiva não atua somente contra incêndios florestais, como age também na implantação de barreiras amortecedoras contra ventos fortes, controle de pragas, fungos, doenças e ervas daninhas, ou seja, quaisquer atividades que possam impactar negativamente sobre a estrutura florestal, associando essas atuações ao melhoramento das taxas de produção e ao aperfeiçoamento da qualidade do produto ou da diversidade ecológica do fragmento (HORSTMANN et al., 2012).



Uma das atividades preventivas mais comuns é a utilização da implantação de aceiros, considerada uma das práticas mais efetivas no controle do fogo, consiste em criar uma faixa de terra às margens da parcela florestal, de modo a impedir a disseminação do fogo pela vegetação rasteira ou por meio do tombamento de árvores inflamadas. A escolha do método mais eficiente para a conservação das florestas vai depender das espécies, da topografia do terreno, da proximidade com outros fragmentos e das estradas.

Por meio de um estudo de zoneamento de risco é possível determinar quais áreas são consideradas mais suscetíveis à ocorrência do fogo, possibilitando aos órgãos governamentais um direcionamento para melhor investir no monitoramento aéreo, terrestre ou via satélite, em torres de observação ou campanhas educativas. Este zoneamento de risco é realizado a partir do resultado das pesquisas da influência das variáveis meteorológicas e correlacionando-as com o histórico de incidentes na área (RAMOS, 1995), além dos estudos de cobertura vegetal, dimensionamento e distância dos corpos d'água, antropização e outros fatores.

O manejo do material combustível é indispensável para a silvicultura preventiva. Há alguns métodos que atuam na modificação e no tratamento dos combustíveis vegetais. Um deles é denominado de “eliminação”, na qual, por meio de uma queima controlada ou utilização de herbicidas, remove a vegetação da área que seja considerada mais inflamável. Outro é intitulado de “reordenação”, em que altera-se a formatação do fragmento por meio de podas e desbastes, impedindo a continuidade e ligação entre indivíduos tanto em perspectiva horizontal, quanto vertical. O “translado” compreende a remoção do material combustível para utilização de lenha e carvão. A “conversão” consiste na utilização de espécies vegetais menos inflamáveis que atuam dificultando no alastramento do fogo (BATISTA; SOARES, 2008).

A silvicultura preventiva em unidades de conservação, tendo em vista a debilitada e fragilizada fiscalização, baseia-se geralmente na manutenção de aceiros e educação ambiental (FIEDLER; MERLO; MEDEIROS, 2006). As atividades com intuito informativo para a população que convive no entorno da área protegida são substanciais para diminuir drasticamente a ocorrência de focos de incêndio.

Outra metodologia de prevenção é a elaboração e estudo de mapas de risco a partir da utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Estes mapas contêm informações georreferenciadas em relação às características ambientais da área, tais como, vegetação, topografia, hidrografia, altimetria, infraestrutura, estradas, rodovias,

insolação e uso do solo, relacionando-as com as áreas de interferência antrópica direta e indireta para determinar as áreas mais vulneráveis ao fogo (KOPROSKI et al., 2011).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) dispõe de metodologias que identificam e localizam pontos que podem corresponder à incêndios nas unidades de conservação brasileiras. Essas metodologias consistem na detecção de focos de calor via satélite que são lidas através de imagens produzidas e captadas na faixa térmica de 3,7  $\mu\text{m}$  a 4  $\mu\text{m}$  do espectro ótico por diversos sensores instalados em inúmeros satélites (INPE, 2014). Diariamente, cada satélite gera duas imagens e o INPE processa em torno de duzentas imagens, particularmente, apenas para detectar se há ocorrência de focos de calor na região por onde aquele satélite passou (NETO et al., 2017).

Entender o histórico e o comportamento específico do fogo em cada área é de suma importância para os programas de controle de incêndios em áreas de proteção ambiental (IRLAND, 2013). Quanto mais se conhece sobre as condições ambientais locais e os momentos mais propícios para a ocorrência de incêndios, melhor será a tomada de decisões para controlar e evitar desastres de grandes proporções (LINN et al., 2012).

## **2.4 O FOGO NA CAATINGA**

A Caatinga é um bioma de características endêmicas brasileiras que engloba os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Piauí, Ceará, Maranhão e parte de Minas Gerais (ALVES et al., 2009), correspondendo a 11% do território nacional, representado por 826.411  $\text{km}^2$  em toda sua extensão (BRASIL, 2016). Possui mais de 5000 espécies, este bioma que já foi considerado de baixa diversidade devido à escassez de estudos no passado, hoje, é conhecido como o bioma de características semiáridas com maior diversidade do mundo (RESENDE; CHAER, 2010; SIQUEIRA FILHO, 2012; WWF, 2014).

O clima na Caatinga apresenta os dados meteorológicos mais remotos do país: as médias térmicas mais altas, a mais forte insolação, os menores índices pluviométricos e as mais elevadas taxas de evaporação (SAMPAIO, 2003). Estes índices são determinados por um longo período seco e um breve período de chuvas torrenciais irregulares (EITEN, 1982).

A intensiva exploração dos recursos naturais na Caatinga ocasiona inúmeros problemas ambientais. Este modelo exploratório de desenvolvimento da região fundamentado na extração madeireira seletiva para indústria e consumo residencial,

correlacionado à pecuária extensiva e agricultura intensiva justificam a diminuição da quantidade e desaparecimento de algumas espécies, influenciando negativamente em processos ecológicos importantes para a região e, conseqüentemente, contribuindo para o empobrecimento do solo, formando núcleos de desertificação no bioma (ALVES et al., 2009; SILVA et al., 2009).

O grau de devastação que um incêndio florestal pode causar em regiões semiáridas, muitas vezes, provocam danos difíceis a serem reparados. Em virtude das condições ambientais específicas da Caatinga, o retorno da comunidade afetada à sua formação original torna-se bastante lento e, ocasionalmente, até exige interferência humana para que sua recuperação seja possível (ALVES et al., 2009). Os danos causados após incidentes desta natureza vão além de barreiras ambientais, pois compromete também o homem do campo em todas as suas complexidades.

Por ser uma região com períodos chuvosos irregulares e secas prolongadas, vários fatores climáticos podem interferir na individualidade destes comportamentos. Um destes fatores que influenciam no período de seca no semiárido nordestino é o *El Niño*, um fenômeno climatológico associado às anomalias da temperatura de superfície do mar que reduz ainda mais a precipitação pluviométrica na região, enquanto que o *La Niña*, de características opostas, favorece a ocorrência das chuvas no sertão (ANDREOLI; KAYANO, 2007; RIBEIRO, 2011). Ou seja, os anos em que o *El Niño* acontece, geralmente são anos mais difíceis para o sertanejo, pois as temperaturas são mais agressivas e a quantidade de chuva, praticamente inexistente, dificulta o cultivo para sua subsistência e sustento da pecuária.

Estudos conciliando topografia e alastramento do fogo inferem que áreas planas apresentam maiores índices de frequência para ocorrência de incêndio, porém áreas montanhosas, ou onde a inclinação do terreno ultrapassa 20° de declividade, aparentemente facilitam a propagação do fogo, acarretando maiores porcentagens de áreas atingidas. Provavelmente devido à facilidade de disseminação do fogo em razão aos materiais inflamados que despencam de certas alturas e acabam por espalhar fagulhas rapidamente, assim como a influência da velocidade do vento nessas áreas de topografia mais irregular (ADÁMEK et al., 2015; TORRES et al., 2016).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVOS GERAIS**

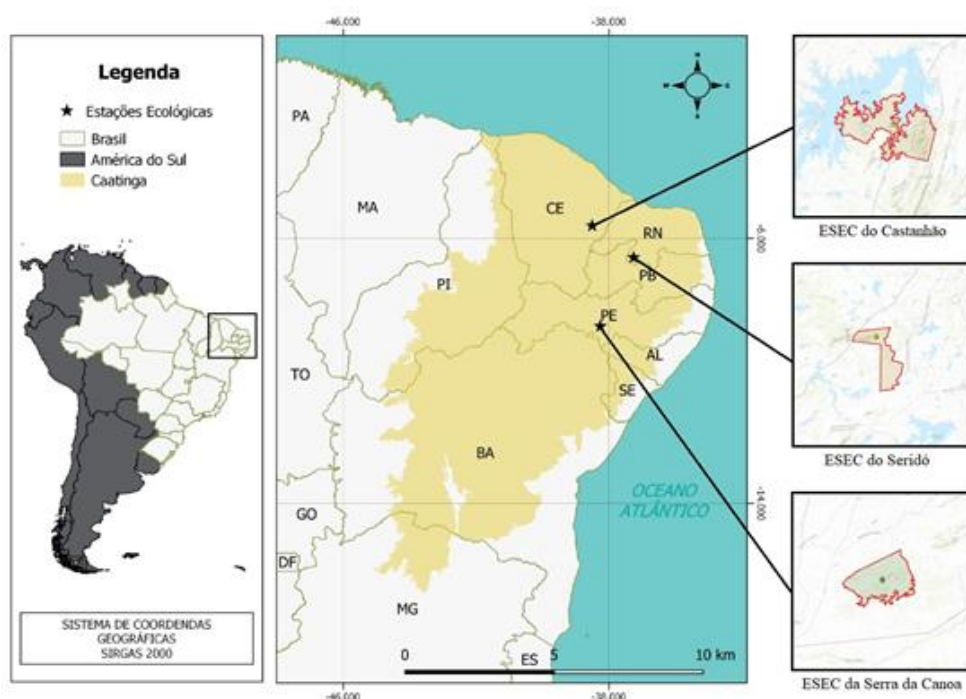
Este estudo objetiva compreender o perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco, assim como o período mais propício para seu acontecimento e entender suas principais causas e áreas atingidas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir o período crítico para ocorrência de incêndios na Estação Ecológica do Seridó (RN), na Estação Ecológica do Castanhão (CE) e na Estação Ecológica da Serra da Canoa (PE);
- Determinar o tipo de material combustível mais atingido pelos incêndios florestais nos estados relacionados;
- Averiguar quais são as principais e recorrentes causas;
- Analisar qual período mais interessante para implementação de atividades preventivas ao fogo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em três unidades de conservação de mesma classificação na Caatinga para os estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará (Figura 1). As áreas foram escolhidas devido a abrangência territorial na região Nordeste e em razão à composição das suas diferentes características dentro do bioma da Caatinga. Uma delas está envolvida pela maior represa regional e as outras duas apresentam características de composição florestais distintas, tanto no aspecto da formação do relevo predominante, quanto em espécies e adensamento vegetativo, particularidades que podem influenciar no regime hídrico local. Também foi critério para seleção das áreas a proximidade de cidades consideradas mais evoluídas economicamente no interior dos estados, devido estarem mais suscetíveis às interferências antrópicas e para disponibilidade dos dados.



**Figura 1.** Representação territorial da Caatinga e delimitação das Estações Ecológicas estudadas.

### 4.1 DESCRIÇÃO TERRITORIAL

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação instituiu as Estações Ecológicas (ESEC) por meio do art. 9 da Lei Federal de nº 9.985 do dia 18 de julho de 2000. Apresenta os objetivos básicos de preservar a natureza e realizar pesquisas científicas, ou seja, conceituada como de proteção integral. É considerada de posse e domínio públicos

e todas as propriedades particulares que estejam dentro dos seus limites devem ser desapropriadas. A visitação pública e pesquisa só são permitidas se estiverem de acordo com o Plano de Manejo específico da unidade, apresentando devidas autorizações do órgão responsável pela administração (BRASIL, 2000).

#### 4.1.1 ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ

A Estação Ecológica do Seridó foi criada pelo Decreto nº 87.222 de 31 de maio de 1982. Possui 1.123 hectares, localizada no município de Serra Negra do Norte, área de semiárido posicionada no sudoeste do estado do Rio Grande do Norte (ICMBIO, 2020). A temperatura máxima média mensal registrada é de 29,1 °C, enquanto a mínima média mensal fica em torno dos 25,9 °C. A taxa média de precipitação anual da área é de 733,7 mm (SANTANA et al., 2004). Com estrutura vegetal típica de Caatinga e relevo relativamente montanhoso, a Estação Ecológica do Seridó pode ser considerada em fase de recuperação devido a presença predominante de espécies pioneiras após perturbação antrópica. (SANTANA et al., 2016).

**Figura 2.** Formações rochosas da ESEC do Seridó.



Fonte: ICMBio, 2015.

**Figura 3.** Placa de entrada da ESEC do Seridó.



Autor: Carlos Varela, 2011.

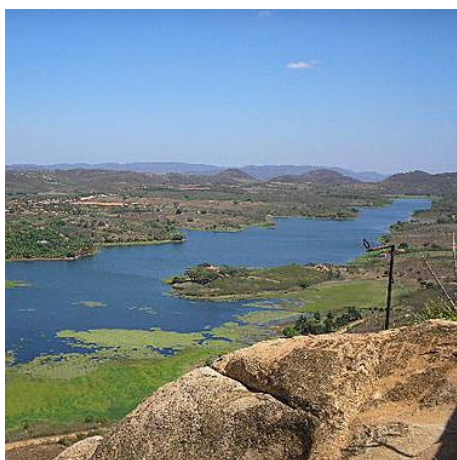
Neste ano de 2020 a Estação Ecológica do Seridó foi vítima de um incêndio florestal de grandes proporções entre os meses de setembro e outubro, cujo consumiu cerca de 12% de toda a biodiversidade dessa reserva de proteção e preservação ambiental. De acordo com o gestor responsável pela administração da unidade de conservação, durou

mais de duas semanas para que a brigada de bombeiros conseguisse controlar as chamas que atingiram mais de 3.000 hectares do município de Serra Negra do Norte.

#### **4.1.2 ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO CASTANHÃO**

A Estação Ecológica do Castanhão está localizada nas proximidades de três municípios do centro-leste cearense, Alto Santo, Iracema e Jaguaribara. Possui 12.579 hectares e foi criada no dia 27 de setembro de 2001. Em todo o seu entorno, há o maior reservatório de água doce da região Nordeste, o Açude Castanhão, e a unidade de conservação foi implementada como uma medida compensatória para amortizar os impactos da construção desta represa (SENA, 2011). A vegetação nativa que compreende a Estação Ecológica do Castanhão é caracterizada como caatinga hiperxerófila, de porte arbustivo e adensamento espaçado. Os níveis de precipitação anuais da área oscilam entre 750 a 1000 mm e a temperatura média é de 27 °C (ICMBIO, 2020).

**Figura 4.** Entorno da ESEC do Castanhão.



Fonte: Clima Natural, 2010.

**Figura 5.** Represa no Açude do Castanhão.



Fonte: Diário do Nordeste, 2020.

#### **4.1.3 ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA SERRA DA CANOA**

Criada através do Decreto de nº 38.133 no dia 27 e abril de 2012, a Estação Ecológica da Serra da Canoa possui 7.598 hectares e está localizada às margens do município de Floresta, no centro-sul do estado de Pernambuco (ICMBIO, 2000), uma região de relevo levemente ondulado a plano. Esta unidade de conservação está situada numa área reconhecida por recorrentes eventos incendiários, designada como “sertão do



Pajeú”, próxima do rio com mesmo nome que abastece 28 municípios de Pernambuco, é considerada maior bacia hidrográfica do estado.

Segundo com o Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, somente na área do sertão do Pajeú houveram mais de 250 chamados para contenção das chamas em áreas de floresta nativa num período de três meses, entre agosto a outubro de 2020. Ainda de acordo com o oficial, a ocorrência de incêndios até o mês de outubro de 2020 já ultrapassara a marca de 30% quando comparado com o ano inteiro de 2019 (PASSOS, 2020).

**Figura 6.** Região do sertão do Pajeú..



Fonte: Agência Estadual do Meio Ambiente (PE).

**Figura 7.** ESEC da S. da Canoa no período seco.



Autor: Robson Sampaio.

## 4.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Para realizar a avaliação das características de periculosidade de incêndios nas três unidades de conservação foi coletado os registros meteorológicos diários referentes à precipitação pluviométrica e os valores para umidade relativa do ar, durante o período que compreende os anos de 2010 a 2019 para estimar o grau de perigo de incêndio com uso da Fórmula de Monte Alegre. Também foram coletados dados de temperatura mínima, média e máxima para posteriores consultas. Os dados foram disponibilizados pelo Banco de Dados Meteorológicos (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) através da captura de estações meteorológicas convencionais nas cidades mais próximas às unidades de conservação estudadas.

A partir da utilização de dados do Banco de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi possível analisar a média de ocorrência de focos de calor para as cidades mais próximas às estações ecológicas selecionadas, e, por meio dos dados



fornecidos através do Registro de Ocorrência de Incêndios (ROI) do Sistema Nacional de Informações Sobre o Fogo (SISFOGO) do IBAMA, foi permitido averiguar qual tipo de vegetação mais atingida e as causas mais comuns para a ocorrência de incêndios de categoria florestal e até a forma de combate às chamas mais utilizada em cada unidade de conservação.

A Fórmula de Monte Alegre (FMA) é um índice acumulativo de periculosidade para incêndios florestais que se restringe aos valores diários de precipitação em razão da umidade relativa do ar (Figura 8). Este valor referente à FMA deve ser corrigido de acordo com os dados pluviométricos do dia e só então é estabelecido o grau de periculosidade de incêndios.

**Figura 8.** Fórmula de Monte Alegre (FMA), onde utiliza-se dos dados de umidade relativa do ar (URA) e da quantidade de dias sem chuva (n) para formalizar o risco de incêndio de uma área.

---

**Fórmula de Monte Alegre**

---

$$FMA = \sum_{n=1}^n (100 / H)$$

---

FMA: Fórmula de Monte Alegre  
H: umidade relativa do ar medida às 13 horas  
n: quantidade de dias sem chuva maior que 13 mm

---

Se a precipitação do dia for inferior ou igual ao valor de 2,4 mm não ocorrerá nenhuma modificação no resultado da fórmula e o índice acumula para o próximo dia. Entre 2,5 e 4,9 mm de precipitação, deve-se abater 30% do valor da FMA do dia anterior e acumula o valor restante para o próximo dia. Valores de precipitação variando entre 5,0 e 9,9 mm é preciso realizar o desconto de 60% da FMA do dia anterior e acrescentar o resultado com o valor da FMA do dia seguinte. Acima de 10 até 12,9 mm de precipitação é necessário realizar uma correção na FMA do dia anterior, abatendo 80% do seu valor e continua acumulando o restante com o próximo dia. Porém se a precipitação superar os 13 mm diários, o cálculo acumulativo da FMA deve ser interrompido e recomeçado no dia seguinte (Tabela 1) (SOARES, 1972).

**Tabela 1.** Restrições utilizadas para realizar as correções necessárias no índice da FMA.

<b>Precipitação Diária</b>	<b>Correção na FMA</b>
De 0,0 a 2,4 mm	Não Altera/Acumula FMA no dia seguinte
De 2,5 a 4,9 mm	Abater 30% da FMA do dia anterior
De 5,0 a 9,9 mm	Abater 60% da FMA do dia anterior
De 10,0 a 12,9 mm	Abater 80% da FMA do dia anterior
A partir de 13 mm	Interrompe/Recomeça a FMA no dia seguinte

A escala de periculosidade de incêndio se dá por meio de cinco diferentes níveis, são eles: Nulo, quando a FMA é inferior a 1,0; Pequeno, quando a FMA é maior que 1,1 e menor que 3,0; Médio, quando a FMA compreende a faixa de 3,1 a 8,0; Alto, quando o índice acumulativo da FMA está entre 8,1 a 20,0; e é considerado Muito Alto quando este índice ultrapassa os 20,0 (Tabela 2). Os valores da FMA foram calculados mensalmente e classificados de acordo com esta escala de periculosidade (SOARES, 1972).

**Tabela 2.** Escala que estabelece o grau de periculosidade de incêndios de acordo com os índices da FMA.

<b>Valor da FMA</b>	<b>Grau de Periculosidade</b>
De 0,0 a 1,0	Nulo
De 1,1 a 3,0	Pequeno
De 3,1 a 8,0	Médio
De 8,1 a 20,0	Alto
Acima de 20,1	Muito Alto

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados colhidos no Bando de Dados Meteorológicos do INMET gerou tabelas e gráficos individuais que representam o grau de periculosidade de incêndios, de acordo com a Fórmula de Monte Alegre, tanto por meses, quanto por anos, de acordo com a série histórica de 2010 a 2019 para cada Estação Ecológica estudada. Por meio do site do IBAMA, através dos Registros de Ocorrência de Incêndio disponibilizados pela equipe do PREVFOGO, foram coletados dados referentes às áreas mais atingidas e as causas mais recorrentes.

Foi possível observar que aproximadamente 70% dos dias em todos os anos, nas três unidades de conservação estudadas, apresentaram médias relativamente altas e muito altas para a ocorrência de incêndios, ou seja, as características climáticas de mais da metade dos cento e vinte meses são representadas por agentes facilitadores para fonte de ignição e arranjo das condições necessárias para ocorrência e estruturação de incêndios. Por causa das elevadas temperaturas e baixos índices de umidade relativa do ar, a comunidade vegetal se torna cada vez mais inflamável, transformando-se num material que contribui, sem dificuldades, ao alastramento do fogo.

Além das características meteorológicas facilitarem o processo inflamatório do material combustível na maior parte do ano, o relevo acidentado e a mata fechada também propiciam a propagação das chamas. Foi devido a estes fatores que um incêndio florestal ocorrido na Estação Ecológica do Seridó demorou mais de duas semanas para ser contido, pois as chamas avançavam de serra em serra rapidamente e os bombeiros não conseguiam acompanhar devido a velocidade do vento que auxiliavam na disseminação do fogo e as dificuldades físicas ao enfrentar um terreno montanhoso completamente irregular (CBMRN, 2020).

Porém, contraditoriamente, nos anos em que as taxas pluviométricas foram mais elevadas, não ocorreu diminuição no índice para eventos incendiários, o indicativo de focos de incêndios aumentou em propriedades rurais. Isto acontece porque os agricultores aproveitam o período chuvoso para plantar suas culturas, e acabam por utilizar o fogo como mecanismo para limpeza de área. Este fogo finda tomando maiores proporções e se torna um número para a estatística dos incêndios florestais (CORREIA, 2020).

## 5.1 ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIOS

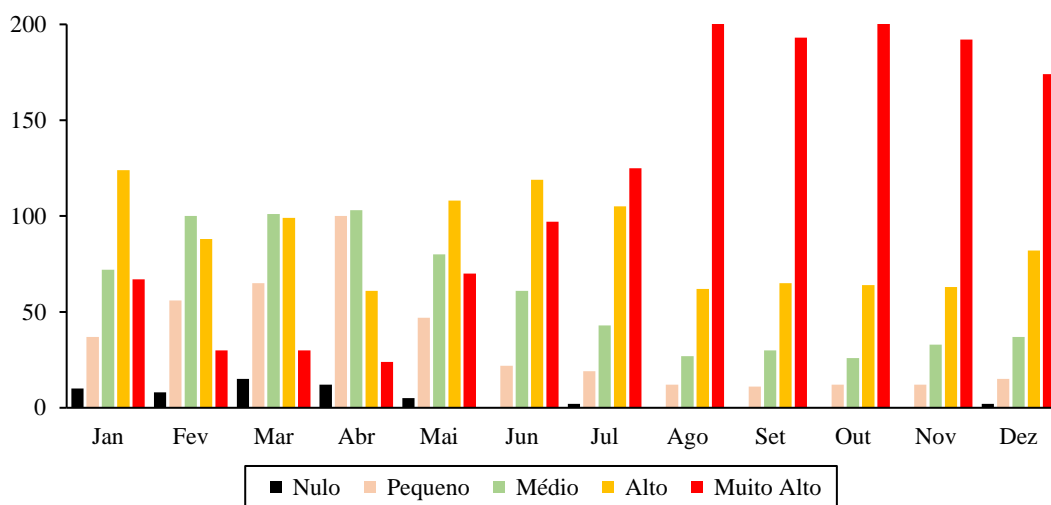
Após análise dos dados meteorológicos da série histórica que compreende os anos de 2010 a 2019, a Estação Ecológica do Seridó apresentou um resultado que representa uma média de 67,6% dos dias do ano com indicativo de risco alto e muito alto para ocorrência de incêndios, enquanto que apenas 12,7% dos dias anuais eram considerados de nulo e pequeno risco (Tabela 3). Semelhante ao que Santana (2011) havia constatado no período de 1999 a 2004, em que 75% dos dias anuais da Estação Ecológica do Seridó eram considerados de alto a muito alto o risco para ocorrência de incêndios, enquanto que apenas 13% representavam nulo ou pequeno risco de periculosidade de incêndios.

Ano/Classe	Nulo	Pequeno	Médio	Alto	Muito Alto
2010	5	51	80	120	109
2011	11	61	85	89	119
2012	1	18	41	94	212
2013	2	29	85	121	128
2014	4	43	77	107	134
2015	4	31	61	99	170
2016	3	40	71	106	146
2017	3	38	67	103	141
2018	11	43	62	106	143
2019	10	54	84	95	114
Total	54	408	713	1040	1416
%	1,5	11,2	19,6	28,6	39

**Tabela 3.** Número de dias, por ano, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio no período de 2010 a 2019 na Estação Ecológica do Seridó, no Rio Grande do Norte.

Detalhadamente, os meses em que o risco de periculosidade de incêndio se destacou como mais elevado, representaram o período de agosto a dezembro, porém a partir de maio é possível observar uma curva crescente nos índices. O período chuvoso marcou a época em que os índices de perigo de incêndio são menores, ou seja, compreende os meses de fevereiro a abril, porém, em todos os meses há valores consideráveis e determinantes para a possibilidade de ocorrência de incêndio na Estação Ecológica do Seridó (Figura 9). De acordo com o estudo de Santana (2011), o período com menor probabilidade para ocorrência de incêndios seria entre os meses de janeiro a abril, afirmação que foi comprovada neste estudo, pois no primeiro semestre do ano há mais ocorrências de chuvas, o que acaba por diminuir o risco da ocorrência de incêndios florestais para este período do ano.

**Figura 9.** Número de dias, por mês, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio, no período de 2010 – 2019 na Estação Ecológica do Seridó, no Rio Grande do Norte.



O estado do Rio Grande do Norte não dispõe de dados referentes aos Registros de Ocorrência de Incêndios (ROI) em domínio e acesso público através do IBAMA e a gestão responsável pela Estação Ecológica do Seridó não possui autorização para repassar os dados internos para a população. Porém, devido ao crescente aumento de focos de incêndios, um Plano de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais está sendo criado por determinação do governo estadual em conjunto com uma comissão interdisciplinar que envolve órgãos ambientais e segurança pública.

O ROI é de extrema importância para o estudo do comportamento dos incêndios florestais, pois ele cataloga todas as informações que abrangem do início até a extinção do fogo em incêndios florestais. É um documento que define o local do incêndio, o horário em que o corpo de bombeiros foi avisado, o horário que as chamas foram controladas e extintas, a forma de extinção do incêndio, quem e quantas pessoas foram necessárias para controlar a ação, quais foram as ferramentas utilizadas, a provável causa aparente, o tipo de vegetação atingida, se foi dentro ou fora das delimitações da área protegida, a quantidade de área que foi atingida e se os brigadistas encontraram alguma dificuldade ao controlar as chamas, além de outras pequenas observações.

De acordo com o Relatório Mensal de Atividades para o ano de 2020, divulgados pela Diretoria de Engenharia e Operações do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte, a média para atendimentos de controle a incêndios florestais no estado é de 8 ocorrências por dia, o que configura em torno de 250 incêndios ao mês, um número considerado bastante elevado. Cerca de 41% destes atendimentos são realizados em Natal

e região metropolitana, e 27% ocorrem na região do município de Caicó, situado a 30 km da Estação Ecológica do Seridó.

Posteriormente à verificação dos índices climáticos referentes a série histórica que compreende os anos de 2010 a 2019, a Estação Ecológica do Castanhão demonstrou valores que representam uma média de 55,5% dos dias do ano com indicativo de risco alto e muito alto para ocorrência de incêndios, enquanto que 20% dos dias anuais eram considerados de nulo e pequeno risco (Tabela 4). Foi observado num estudo que compreendeu a análise do perigo de incêndio através da utilização da FMA de dados climáticos em 15 estações meteorológicas, que o estado do Ceará apresenta alto grau para perigo de incêndio durante todos os meses do ano. A região que demonstrou maior perigo de incêndio foi justamente o centro do estado, na chamada depressão sertaneja, área onde está localizada a Estação Ecológica do Castanhão (PESSOA, 2017).

**Tabela 4.** Número de dias, por ano, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio no período de 2010 a 2019 na Estação Ecológica do Castanhão, no Ceará.

Ano/Classe	Nulo	Pequeno	Médio	Alto	Muito Alto
2010	4	54	89	108	77
2011	11	76	85	96	66
2012	1	44	68	115	107
2013	6	68	72	108	80
2014	4	53	77	98	102
2015	5	53	79	119	76
2016	9	62	77	106	81
2017	4	47	76	106	112
2018	10	70	102	88	64
2019	13	73	96	69	79
Total	67	600	821	1013	844
%	2	18	24,5	30,2	25,3

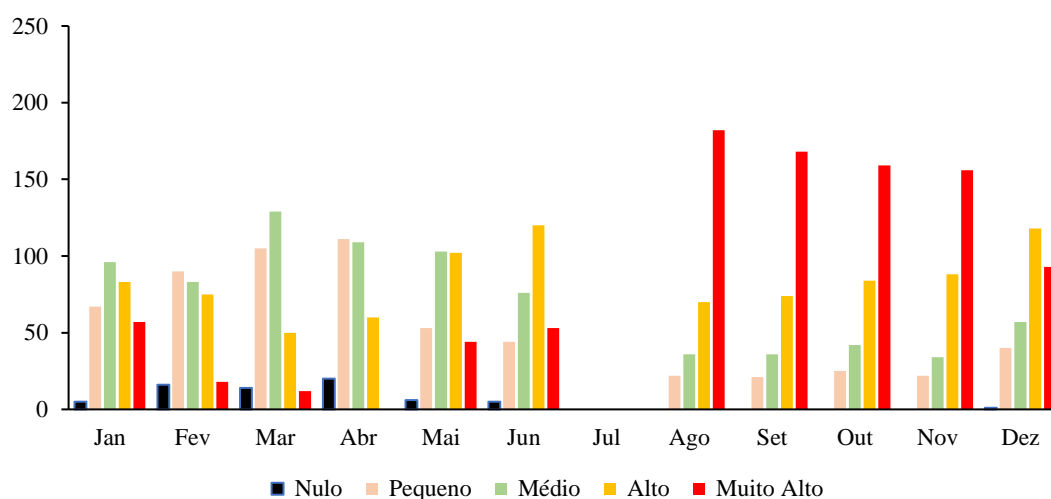
O valor mais elevado para indicativos nulo e pequeno risco, em comparação com as outras unidades observadas, pode ser reflexo da localização geográfica da Estação Ecológica do Castanhão, visto que a unidade de conservação está situada às margens do maior reservatório de água doce do Nordeste. A proximidade com esse enorme volume de água eleva os dados para umidade relativa do ar, o que contribui para maiores reduções na Fórmula de Monte Alegre e também aumentando a umidade do material combustível, dificultando uma possível ignição da vegetação (PESSOA, 2017).

Correspondente ao encontrado na Estação Ecológica do Seridó, o período mais suscetível à ocorrência de incêndios para a Estação Ecológica do Castanhão compreende

os meses de agosto a dezembro, diferenciando do primeiro semestre dos anos que não apresentam muitos riscos para estes tipos de acidentes (Figura 10).

Diferentemente do que foi encontrado para a unidade de conservação potiguar, a unidade cearense não apresenta uma curva crescente para o mais alto índice correspondente a probabilidade de incêndios. O que acontece é uma brusca mudança no período chuvoso do estado, uma vez que a precipitação se concentra, em sua maior parte, no primeiro semestre do ano. Esse comportamento divide o ano na Estação Ecológica do Castanhão em dois períodos: o seguro, que apresenta maiores taxas pluviométricas e diminui a probabilidade para ocorrência de incêndios durante os meses de janeiro a junho; e o perigoso, que dispõe de menores taxas pluviométricas e elevado acúmulo dos índices da FMA, o que caracteriza maiores probabilidades para eventos incendiários.

**Figura 10.** Número de dias, por mês, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio, no período de 2010 – 2019 na Estação Ecológica do Castanhão, no Ceará.



Uma particularidade da coleta dos dados para a Estação Ecológica do Castanhão é que não há nenhum dado referente a nenhuma data do mês de julho em todos os anos averiguados. As medições diárias se encerram no dia 30 de junho e só retornam no 01 de agosto. Provavelmente o responsável pela coleta dos dados entra num período de recesso e não há outra pessoa para substituí-lo, visto que é uma estação meteorológica convencional, a coleta e implementação dos dados no sistema se faz através do operador.

Para a Estação Ecológica da Serra da Canoa, a análise dos dados climáticos da série histórica que compreende os anos de 2010 a 2019, apresentou um resultado que representa uma média de 72,7% dos dias do ano com indicativo de risco alto e muito alto

para ocorrência de incêndios, enquanto que apenas 10,1% dos dias anuais eram considerados de nulo e pequeno risco (Tabela 5).

**Tabela 5.** Número de dias, por ano, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio no período de 2010 a 2019 na Estação Ecológica da Serra da Canoa, no Pernambuco.

Ano/Classe	Nulo	Pequeno	Médio	Alto	Muito Alto
2010	5	38	81	108	113
2011	5	53	79	130	98
2012	0	18	48	117	183
2013	3	35	68	80	141
2014	2	27	45	114	177
2015	1	18	31	80	235
2016	1	28	63	117	157
2017	2	38	62	117	146
2018	6	34	63	95	125
2019	3	41	69	110	142
Total	28	330	609	1068	1517
%	0,8	9,3	17,1	30	42,7

Assim como as outras Estações Ecológicas observadas, o primeiro semestre do ano na ESEC da Serra da Canoa apresenta índices pluviométricos mais destacados e menores probabilidades de influência climática na ocorrência de incêndios florestais. Praticamente não há modificações no regime de chuvas e alterações da média de temperatura e umidade relativa do ar durante os meses de janeiro a julho. As correções realizadas por meio da FMA são contínuas e assim caracteriza-se uma estabilidade para a região durante este período.

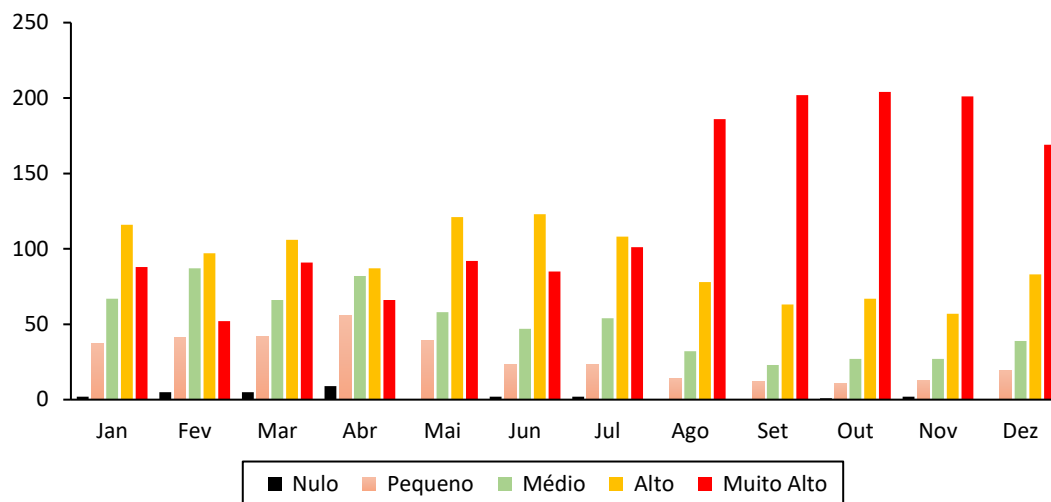
Já o segundo semestre do ano, de agosto a dezembro, apresenta uma diferença de comportamento das variáveis climáticas que influenciam na alta probabilidade para ocorrência de incêndios (Figura 11), assim como constatado nas unidades anteriormente discutidas. Devido à escassez das chuvas combinada às altas temperaturas e baixos índices para umidade relativa do ar, a região se torna bastante propícia para ocorrência de incêndios e estas características climáticas facilitam o processo de estruturação das chamas após uma ignição acidental ou intencional, com agravante do material combustível estar tendenciosamente mais seco em razão destas variáveis para este período do não (PESSOA, 2017).

Semelhante ao encontrado na ESEC do Seridó, a ESEC da Serra da Canoa apresentou uma suave curva de projeção dos maiores índices para perigo de incêndio. Este fator pode estar atrelado às duas áreas serem consideradas degradadas, após um



período de extração dos materiais naturais pelo homem, e estarem num período de recuperação e maturidade da sua comunidade florestal.

**Figura 11.** Número de dias, por mês, nas classes da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para perigo de incêndio, no período de 2010 – 2019 na Estação Ecológica da Serra da Canoa, no Pernambuco.



Em relação aos valores totais para os índices de perigo de incêndio, a Estação Ecológica da Serra da Canoa e a Estação Ecológica do Seridó se mostraram bem semelhantes. Ambas apresentaram em torno de 2500 dias classificados como alto e muito alto risco, de um total de 3650 dias que representam os 10 anos de estudo observados.

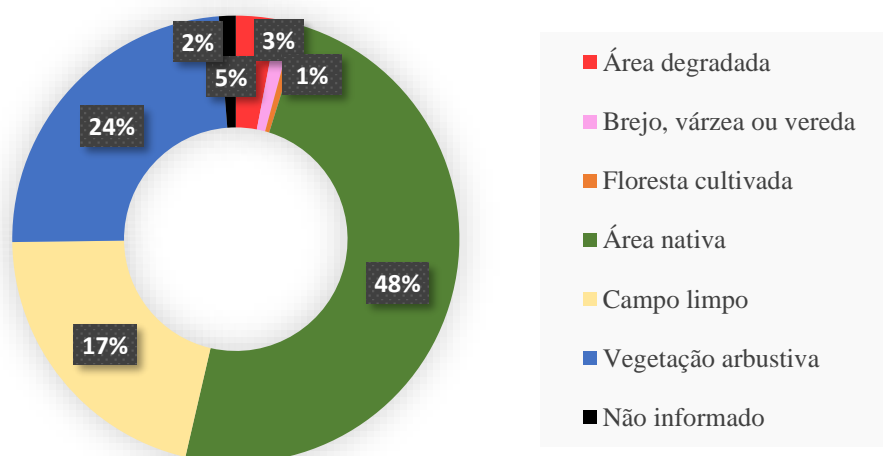
Foi observado que o ano de 2011 apresentou ocorrência de chuvas acima da média, porém os anos seguintes manifestaram significativos déficits de precipitação, especificamente nos anos de 2012 e 2015, em que a quantidade de índices classificados como alto e muito alto risco para incêndios florestais foi mais elevado se comparado com os outros anos. Apesar das secas serem consideradas um fenômeno natural do nordeste brasileiro (EAKIN et al., 2014), esse destaque nos índices constituem-se da influência de eventos relacionados ao *El Niño* que ocorreram justamente nestes anos, ou seja, episódios de mudança na temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico tropical, que desencadeiam alterações nos níveis de precipitação sobre a região Nordeste que acabam por trazer à região massas de ar que retiram a umidade relativa do ar local, fazendo com que o regime de chuvas da região torne-se cada vez mais escasso (MARENGO et al, 2016).

## 5.2 ÁREAS MAIS ATINGIDAS

Em todo o estado do Ceará, nas áreas em que o PREVFOGO atuou, 550 registros foram encontrados e as áreas mais atingidas por incêndios florestais são as propriedades rurais, unidades de conservação, assentamentos e fragmentos de florestas públicas, comunidades tradicionais e terras indígenas. Dentro dessas áreas, ao tipo de vegetação mais atingida são as que representam florestas nativas, compreendendo quase metade de todas as ocorrências, logo em seguida, áreas de vegetação arbustiva e campos limpos. Áreas degradadas também tem um valor significativo para áreas atingidas. Brejos e fragmentos de florestas cultivadas foram as vegetações menos afetadas (Figura 12).

A vegetação nativa da região do sertão cearense sendo classificadas como as mais atingidas, seguidamente de vegetação arbustiva e campos limpos, podem indicar a prática cultural da população interiorana em utilizar o fogo para limpeza de área, muitas vezes de forma indiscriminada, que acaba, acarretando em grandes incêndios ou causando acidentes (PESSOA 2017). A extração madeireira para as incontáveis finalidades que abastecem as necessidades do homem do campo também faz parte da cultura, além do avanço sobre as áreas virgens para pecuária e agricultura. Estas comunidades interioranas cearenses também possuem a cultura de abusar de agrotóxicos, o que pode influenciar ainda mais na velocidade do processo de degradação do solo (ALENCAR et al., 2013). Há poucas atividades educativas de prevenção à incêndios que possam transmitir o correto manejo do fogo, seus riscos e benefícios para os pequenos agricultores (PESSOA, 2017).

**Figura 12.** Gráfico correspondente ao percentual de áreas atingidas pelos incêndios no estado do Ceará.

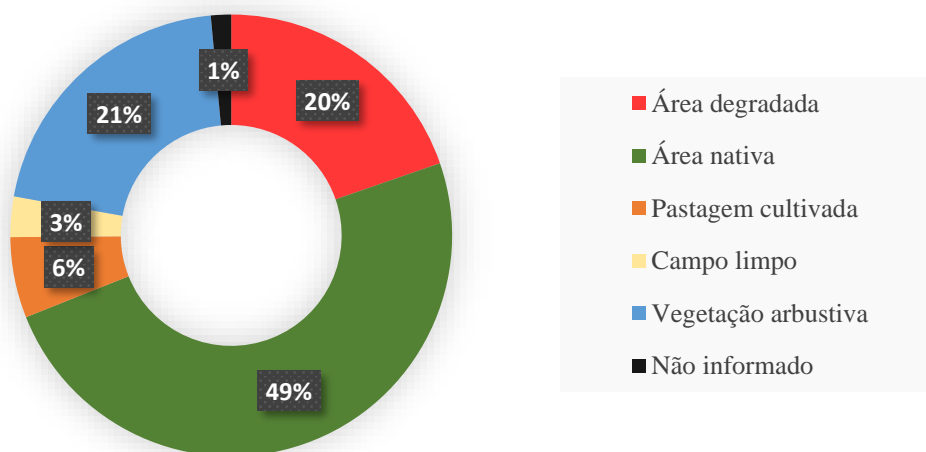


Para o estado do Pernambuco, foram encontrados 203 registros para ocorrência de incêndios e, dentre eles, a maioria das eventualidades ocorreram em propriedades rurais, unidades de conservação, assentamentos e florestas públicas, respectivamente. Destas áreas, praticamente metade foram em fragmentos de mata nativa, grande parte em áreas degradadas, em vegetações arbustivas, numa pequena parcela em pastagens cultivadas e em campos limpos (Figura 13).

Assim como na Estação Ecológica do Castanhão, a vegetação nativa e arbustivas são as mais atingidas pelos incêndios florestais ocorridos no estado do Pernambuco. Isso pode configurar a descrição das áreas mais suscetíveis e auxiliar a identificar o perfil dos prováveis agentes causadores destes eventos. Apesar da vegetação da Caatinga ser resiliente e com alto potencial de recuperação, o desenvolvimento da biomassa depende diretamente dos níveis de precipitação que atingem a área afetada (RIBEIRO, 2016).

A frequente ocorrência de incêndios em áreas de assentamento reflete a necessidade e importância da fiscalização das atividades que aquela comunidade está realizando, com inserção de atividades educativas ao manejo correto do fogo e a instrução de outras atividades econômicas que possam dar suporte a todas carências da população.

**Figura 13.** Gráfico correspondente ao percentual de áreas atingidas pelos incêndios no estado Pernambuco.



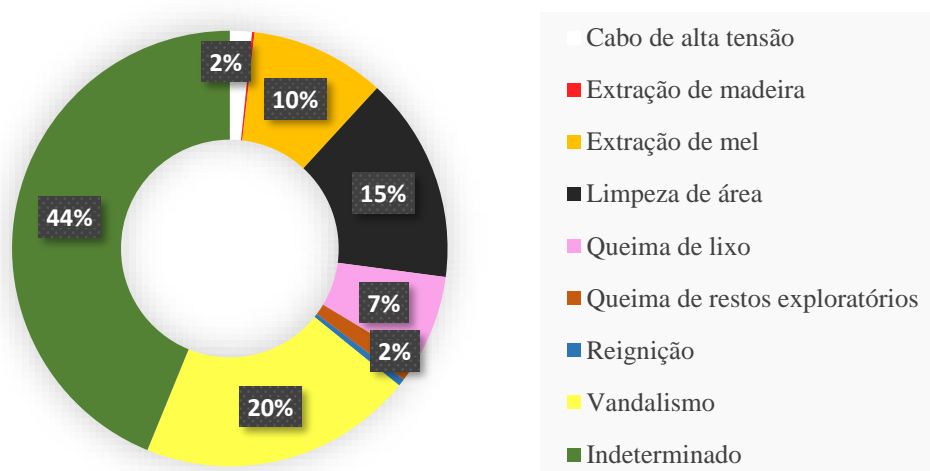
### 5.3 PRINCIPAIS CAUSAS

O fator predominante que mais causa incêndios florestais no estado do Ceará é considerado indeterminado. Porém, o incêndio intencional por puro vandalismo, a utilização do fogo para a limpeza de área e para a extração do mel, são eventos que muitas vezes perdem o controle e acabam saindo da zona de uma queimada controlada para um incêndio florestal. A queima do lixo também é uma atividade a ser observada, assim como acidentes oriundos de faíscas geradas por cabos de alta tensão, a reignição de incêndios aparentemente controlados, a extração de madeira e a queima dos restos da área de colheita estão entre as causas mais relevantes a esses eventos no estado do Ceará.

Grande parte das ocorrências de incêndios nas florestas cearenses são intencionais. Para contornar isso, deveria ser verificado se há áreas mais frequentemente atingidas por esta categoria e realizar uma fiscalização mais efetiva. Porém, o vandalismo, neste caso, pode também ser considerado como ignorância, ou falta de conhecimento do quanto aquele mal pode causar ao meio ambiente e seus efeitos colaterais à sociedade. Portanto, esta causa para a ocorrência dos incêndios pode estar relacionada com a utilização do fogo para limpeza de área, queima de lixo e de restos de colheita, entre outras atividades tradicionais do cotidiano do homem do campo.

É preciso entender as necessidades do produtor rural que constituem as populações tradicionais, pois de acordo com o artigo de nº 38 da Lei Federal de nº 12.561 de 25 de maio de 2012 eles são os únicos, além dos indígenas, que podem utilizar do manejo do fogo em suas propriedades sem precisar de autorizações para sua utilização (BRASIL, 2012).

**Figura 14.** Gráfico que representa as principais causas da ocorrência dos incêndios catalogados pelo IBAMA no estado do Ceará.

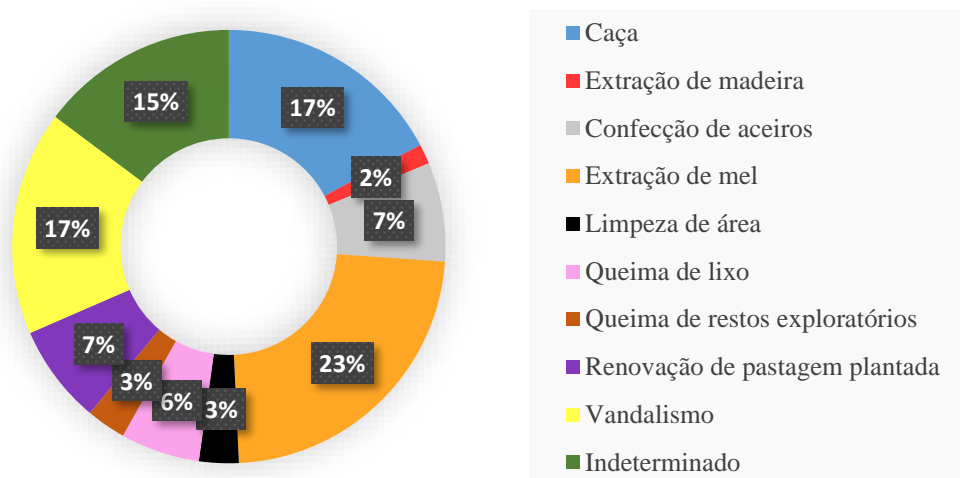


A utilização de pequenas fogueiras para gerar fumaça e espantar as abelhas na colheita do mel é uma atividade bastante comum para pequenos produtores. Porém, recorrentemente, iniciam-se incêndios florestais advindos destas fogueiras, uma vez que a intensidade do vento consegue espalhar as chamas, ou através da reignição da fogueira após a colheita do operário. De acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Ceará é o terceiro estado do Nordeste que mais gera produtos apícolas, seguido do Maranhão e do estado de Pernambuco.

Apesar de pouco expressivo, a ocorrência de incêndios florestais advindos de cabos de alta tensão deve ser um fator a ser observado no Ceará, visto que representaram a causa de mais de 2% dos incêndios florestais no estado. Deve ser averiguado a condição dos cabos e realizada a manutenção das fontes de energia das estações elétricas, pois estes acidentes geralmente acontecem próximo às cidades e o fogo juntamente com a energia elétrica podem causar danos numa escala inimaginável à população cearense (JUNKES et al., 2017).

As principais causas relatadas no registro de ocorrência de incêndios do IBAMA para o estado do Pernambuco foram: extração de mel, caça de animais e ações de vandalismo, causas indeterminadas, renovação de pastagem e a construção de aceiros, queima de lixo, assim como a extração de madeira e queima de restos exploratórios, e a queima para limpeza de áreas para preparatório ou pós cultivo agrícola (Figura 15).

**Figura 15.** Gráfico que representa as principais causas da ocorrência dos incêndios catalogados pelo IBAMA no estado do Pernambuco.



Da mesma maneira como ocorreu no estado do Ceará, grande parte das principais causas dos incêndios florestais para o estado do Pernambuco são oriundas das atividades para extração do mel e vandalismo, totalizando 40% de todas as ocorrências para o estado. Porém, diferentemente deste outro estado, as áreas caracterizadas como degradadas também foram notoriamente vítimas de incêndios florestais no domínio territorial pernambucano.

A área do sertão do Pajeú, que compreende os limites da Estação Ecológica da Serra da Canoa, é uma área completamente degradada pela atividade agrícola. Por estar as margens do Rio Pajeú, as comunidades rurais aproveitaram dos recursos hídricos no meio do sertão pernambucano para ocupação do solo, na intenção do cultivo e da pecuária. Com o tempo, acabaram por desmatar, queimar, plantar outras espécies, o que influenciou na degradação das características florestais na área e, como consequência, também acarretou na degradação da estrutura do solo da região, tornando a porção-centro-sul da bacia do rio Pajeú sob indicativos de processo de desertificação (SAMPAIO, 2002).

A caça foi uma causa bastante recorrente para os incêndios em Pernambuco. De acordo com um estudo realizado com 124 brigadistas de unidades de conservação do Cerrado, o fogo e a caça representam os maiores problemas ambientais (PEREIRA, 2004). Incêndios florestais oriundos de caça também é uma problemática relevante fora do Brasil. Em Portugal, quase 800 incêndios florestais foram causados por caçadores no período de 2003 a 2012 (RODRIGUES; BENTO-GOLÇALVES, 2014). Os caçadores geralmente acampam nas matas durante vários dias e utilizam do fogo para suas

necessidades básicas, porém eles também incendiam áreas intencionalmente para restringirem a fuga, encurralando os animais para então conseguirem capturá-los sem maiores dificuldades (MESQUITA et al., 2011).

## 6 CONCLUSÕES

O período considerado mais crítico e que mais frequentemente ocorrem incêndios florestais nas unidades de conservação estudadas é o que compreende o segundo semestre do ano. Os meses de agosto a dezembro apresentaram uma redução drástica no volume das chuvas e conseqüentemente aumentando a periculosidade da ocorrência de incêndios.

A vegetação nativa é o alvo principal dos incêndios, tanto para os estados do Ceará, quanto pro Pernambuco. O estado do Rio Grande do Norte não apresenta dados para Registros de Ocorrência de Incêndios para acesso público.

As causas mais recorrentes dos incêndios constatados no Ceará e no Pernambuco foram vandalismo e a produção melífera, assim como a utilização do fogo para limpeza de áreas e também ocorrências de origens indeterminadas. A ocorrência de incêndios oriundos da extração do mel se destacou no estado de Pernambuco, este elevado índice pode representar a necessidade de fiscalizar mais as atividades exploratórias rurais.

O período para atividades de prevenção ao fogo deve se intensificar durante o mês de junho, antecedendo o período mais propício para a ocorrência dos incêndios nas três unidades de conservação estudadas.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÁMEK, M.; BOBEK, P.; HADINCOVÁ, V.; WILD, J.; KOPECKÝ, M. Forest fires within a temperate landscape: a decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe. **Forest Ecology and Management**, v. 336, n. 2015, p. 81-90, 2015.

ALENCAR, G. V. D.; MENDONÇA, E. D. S.; OLIVEIRA, T. S. D.; JUCKSCH, I.; CECON, P. R. Percepção ambiental e uso do solo por agricultores de sistemas orgânicos e convencionais na Chapada da Ibiapaba, Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 2, p. 217-236, 2013.

ALVES, J. J.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

ANDREOLI, R. V., KAYANO, M. T. A importância relativa do Atlântico tropical sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, p. 63-74, 2007.

BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Silvicultura preventiva: uma alternativa para o controle de incêndios em reflorestamentos. **I Encontro Brasileiro de Silvicultura**, p. 199-208, 2008.

BERNARDY, K.; FAGUNDES, L. S.; BRANDÃO, V. J.; KELLER, L.; BORTOLINI, J. G.; COPATII, C. E. **Impactos Ambientais Diante Das Catástrofes Naturais – Secas e Queimadas**. XVI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. Cruz Alta, 2011.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Código Florestal**. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **PREVFOGO** – Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais: Lei nº 97.635, de 10 de abril de 1989.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC** – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC** – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 5º Relatório Nacional para a Convenção Sobre Diversidade Biológica. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas**; Brasília, 2016.

BROWN, A. A.; DAVIS, K. P. **Forest Fire: Control and Use**. New York: McGraw-Hill, 1973.

CASAVECCHIA, B. H.; SOUZA, A. P.; STANGERLIN, D. M.; ULIANA, E. M.; MELO, R. R. Índices de perigo de incêndios em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 271-280, 2019.

CASTELETTI, C. H. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. **Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar**. In: J. M. C. Silva, M. Tabarelli, M. T. Fonseca & L. V. Lins (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. p. 91-100. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004.

CURT, T.; RIGOLOT, E. Prévenir les risques d'incendies de forêt dans un contexte de changement global. **Sciences Eaux & Territoires**, n. 3, p. 50-55, 2020.

DIÓGENES, F. E. G.; GUIMARÃES, P. P.; BOTREL, R. T. Ocorrência de incêndios florestais em Caicó e Natal – RN. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 14, n. 1, p.80-84, mar. 2018.

EAKIN, H. C.; LEMOS, M. C.; NELSON, D. R. **Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation**. *Global Environmental Change* 27:1-8, 2014.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 153-161, 2006.

GOBBO, S. D. A.; GARCIA, R. F.; AMARAL, A. A.; EUGENIO, F. C.; ALVAREZ, C. R. S.; LUPPI, A. S. L. Uso da Terra no Entorno do PARNA-Caparaó: Preocupação com Incêndios Florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n.3, p. 350-361, 2016.

HEIKKILÄ, T. V.; GRÖNQVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Wildland fire handbook for trainers**. Roma, FAO – Food and agriculture organization of the United Nations, 2010. 250p.

HORSTMANN, N.; SILVA, M. R. O.; ANDRADE, P. G.; CARDOSO, M. S.; FONTENELE, M. S.; LUZ, M. L. A. **Dossiê Técnico: Silvicultura**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico CDT/UnB. SBRT - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas: Produção Florestal. 2012.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2018.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2020.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. 2020.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2014.

IRLAND, L. C. Extreme value analysis of forest fires from New York to Nova Scotia, 1950-2010. **Forest Ecology and Management**, v. 294, n. 2013, p. 150-157, 2013.

JUNKES, V. H.; CORDEIRO, R.; PEDROSO, M.; OLIVEIRA, D.; BELINE, L. Incêndios de Origem Elétrica: Um Estudo Sobre Suas Causas, Consequências e Prevenções. **XI Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial (XI EEPA)**. Paraná, 2017.

KOPROSKI, L.; PEREIRA, M. P.; GOLDAMMER, J. G.; BATISTA, A. C. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras. O caso do Parque Estadual do Cerrado (PR). **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 551-562, 2011.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JUNIOR, T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, Recife, v. 1, n. 1, p. 139-146, jul. 2005.

LINN, R. R.; CANFIELD, J. M.; CUNNINGHAM, P.; EDMINSTER, C.; DUPUY, J. L.; PIMONT, F. Using periodic line fires to gain a new perspective on multi-dimensional aspects of forward fire spread. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 157, n. 2012, p. 60-76, 2012.

LOPES, E. R N; SILVA, A. P. P; PERUCHI, J. F; LOURENÇO, R W. **Zoneamento de Risco de Incêndio e Queimadas no Município de Sorocaba, São Paulo**. Revista do Departamento de Geografia. v. 36, 2018.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.

MARENGO J. A. **Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima - Impactos sociais e econômicos**. INPE (Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas), 2009.

MELO, A. V.; CIRNE, M. V. Análise do programa de Brigadas em Pernambuco no contexto da importância das ações do manejo integrado do fogo. **Biodiversidade Brasileira**, (1), 299, 2019.

MESQUITA, F. W.; LIMA, N. R. G.; GONÇALVES, C. N.; BERLINCK, C. N.; LINTOMEN, B. S. Histórico dos incêndios na vegetação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, entre 1973 e abril de 2010, com base em Imagens Landsat. *Biodiversidade Brasileira*, Palmeiras, 2011.

MIRANDA, M. R. S.; NEVES, L. F. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Distribuição de queimadas e mudanças na cobertura vegetal e uso da terra no bioma Pantanal, Cáceres-Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 65, p. 91-108, 2018.

NETO, A. D. P. M.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; BIONDI, D.; DE MORAIS, R. L. Avaliação dos focos de calor e da fórmula de Monte Alegre no parque Nacional da Chapada dos Guimarães. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 535-543, 2017.

NUNES, J. R. S. **Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

PAIXÃO, L. A.; PRIORI, A. A. As transformações socioambientais da paisagem rural a partir de um desastre ambiental (Paraná, 1963). **Estudos Históricos (Rio de Janeiro)**, v. 28, n. 56, p. 323-342, 2015.

PASSOS, W. **Incêndios em Pernambuco aumentaram 30% em relação ao mesmo período do ano passado**. 2020.

PEREIRA, C. A.; FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B. Análise de ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do Cerrado. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 95-100, 2004.

PESSOA, M. L. **Análise de perigo de incêndios florestais no estado do Ceará no período de 2011 a 2015**. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

PUREZA, F.; PELLIN, A.; PÁDUA, C. **Unidades de Conservação: fatos e personagens que fizeram a história das categorias de manejo**. São Paulo: Matrix, 2005. 240 p.

RAMOS, P. C. M. Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais. **Fórum Nacional Sobre Incêndios Florestais**, v. 1, p. 29-38, 1995.

RESENDE, A. S.; CHAER, G. M. Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga. **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica: Rio de Janeiro, ed.1, p. 78, 2010.

RIBEIRO, E. P.; NÓBREGA, R. S.; MOTA FILHO, F. O.; MOREIRA, E. B. Estimativa dos índices de vegetação na detecção de mudanças ambientais na bacia hidrográfica do rio Pajeú. **Geosul**, v. 31, n. 62, p. 59-92, 2016.

RIBEIRO, L.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; SILVA, I. C. Análise do perigo de incêndios florestais em um município da Amazônia Mato-grossense, Brasil. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 257-270, 2011.

RODRIGUES, R. M. C.; BENTO-GONÇALVES, A. A atividade cinegética e os incêndios florestais. RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, Universidade do Minho, Coimbra, 2014.

SAMPAIO, E. V. S. B. Caracterização da Caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas. **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação**. Expressão Gráfica e Editora. Fortaleza, p. 129-142, 2003.

SAMPAIO, E. V. S. B. et al. **Vegetação e flora da Caatinga**. Workshop para Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga, em Petrolina. Associação Plantas do Nordeste – APNE/Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP, 2002.

SANTANA, J. A. S.; SANTANA JÚNIOR, J. A. S.; BARRETO, W. S.; FERREIRA, A. T. S. Estrutura e distribuição espacial da vegetação da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 355-361, 2016.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia (Arica)**, v. 29, n. 2, p. 87-94, 2011.

SANTANA, J. A. S.; SANTANA JÚNIOR, J. A. S.; SOUTO, J. S.; MACÊDO, A. B. Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. **Brasil Florestal**, v. 23, n. 80, p. 9-16, 2004.

SANTOS, T. O.; ANDRADE FILHO, V. S.; ROCHA, V. M.; MENEZES, J. S. **Os Impactos do Desmatamento e Queimadas de Origem Antrópica Sobre o Clima da Amazônia Brasileira: Um Estudo de Revisão**. Revista Geografia Acadêmica, v. 11, n. 2, 2017.

SANTOS, A. A.; PEREIRA, S. Unidades de Conservação da Região Nordeste. **Revista Ciência & Saberes - UniFacema**, v. 2, n. 1, p. 174-176, 2016.

SANTOS, J. F. **Estatísticas de incêndios florestais em áreas protegidas no período de 1998 a 2002**. Curitiba: UFPR, 2004. 94p.

SANTOS, W. S.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S. Riscos de incêndios florestais em Unidades de Conservação no bioma Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. **Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 14, n. 4, p. 297-304, 2019.

SILVA, A. P. N.; MOURA, G. B. D. A.; GIONGO, P. R.; SILVA, A. O. Dinâmica espaço-temporal da vegetação no semiárido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 195-205, 2009.

SILVA, S. A. O. **Análise das variáveis meteorológicas no município de Mossoró-RN (1970-2013)**. 2014. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2014.

SIMÕES, L. L. **Unidades de Conservação: conservando a vida, os bens e os serviços ambientais**. São Paulo: Acqua, 2008. 23 p.

SIQUEIRA FILHO, J. A. **Flora das Caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Andrea Jakobsson Estúdio. Rio de Janeiro, Brasil, p. 552, 2012.

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para região centro-paranaense, Brasil**. 1972. 81 f. Tese. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, Turrialba, 1972.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. 2. ed. Curitiba, 2017. 255 p.

TORRES, F. T. P., RIBEIRO, G. A., MARTINS, S. V., & LIMA, G. S. Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, v. 35, p. 143-150, 2016.

TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; COSTA, A. G.; FÉLIX, G. A.; SILVA, M. R. Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 531-542, 2017.

WWF BRASIL. **Restauração ecológica no Brasil: Desafios e oportunidades**. Brasília - DF, 2014.