

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Paula Rodrigues

**AVALIAÇÃO DE ÁREA ATINGIDA POR INCÊNDIO FLORESTAL NO  
MUNICÍPIO DE MAJOR VIEIRA - SC**

Curitibanos

2022

Paula Rodrigues

**AVALIAÇÃO DE ÁREA ATINGIDA POR INCÊNDIO FLORESTAL NO  
MUNICÍPIO DE MAJOR VIEIRA - SC**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kelen Haygert Lencina.

Co-orientador: Prof. Dr. Vinicius Cysneiros

Coordenador: Prof. Dr. Marcelo Bonazza

Curitibanos

2022

Rodrigues, Paula

Avaliação de área atingida por incêndio florestal no município de Major Vieira - SC / Paula Rodrigues ; orientador, Kelen Haygert Lencina, coorientador, Vinicius Cysneiros , 2022.

50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Perícia Ambiental. 3. Impacto Ambiental . 4. Índices de Risco e Perigo . I. Haygert Lencina, Kelen . II. Cysneiros , Vinicius . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

Paula Rodrigues

**AVALIAÇÃO DE ÁREA ATINGIDA POR INCÊNDIO FLORESTAL NO  
MUNICÍPIO DE MAJOR VIEIRA - SC**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal “ e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal.

Curitiba, 17 de Novembro de 2022.

---

Prof. Dr. Marcelo Bonazza

Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.(a) Dr.(a) Kelen Haygert Lencina

Orientador(a)

Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Alexandre Siminski

Avaliador(a)

Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Marcelo Bonazza

Avaliador(a)

Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família, em especial meus pais, Elisete dos Santos Rodrigues e Alvady Cristino Rodrigues, minhas irmãs Karine Rodrigues e Patrícia Rodrigues, meu irmão Filipe Rodrigues e ao meu namorado, Cainã Eduardo Subtil.

Foi com o apoio de vocês que consegui chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade de seguir essa trajetória e por ter me guiado, dando forças e condições para que eu conseguisse finalizar mais esta etapa da vida.

Agradeço à minha família, por todo apoio, dedicação e conselhos, por não medirem esforços para que eu conseguisse atingir meus objetivos, vocês foram fundamentais. Em especial aos meus pais, Elisete e Alvady, que nunca deixaram de acreditar no meu potencial.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Kelen Haygert Lencina, por toda dedicação nos ensinamentos e paciência, por acreditar em mim e acreditar que este estudo traria resultados.

Ao proprietário da área de estudo, sargento Daniel, que ofereceu a sua área para pesquisa.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Vinicius Cysneiros, pela divisão de seu conhecimento, por ser solícito e paciente, e pela orientação na minha trajetória profissional.

Aos Profs. Drs. Marcello Bonazza, Mário Dobner Jr, Alexandre Siminski e Douglas Adam, pelo compartilhamento de seus conhecimentos e experiências para que este trabalho pudesse ser realizado.

Ao meu namorado, Cainã Subtil, por todo o apoio emocional, pela paciência e amparo nos momentos mais difíceis, pelo incentivo e por me acompanhar desde o início nessa trajetória.

Agradeço a todos meus colegas de curso, que de alguma forma contribuíram durante a graduação, pela troca de conhecimentos neste período, amizade e incentivos. Conquistei amizades que levarei para vida.

À Indústria e Comércio de Molduras Santa Luzia, pela oportunidade de estágio e seu colaborador Zélio Andrade do Prado pela orientação em estágio através de sua experiência profissional.

À Universidade Federal de Santa Catarina, na qual tive privilégio em graduar e obter conhecimento de qualidade, construindo meu intelecto tanto pessoal quanto profissional.

Muito Obrigada.

## RESUMO

Atualmente, grande parte dos incêndios florestais são causados por ações antrópicas, especialmente pela perda de controle nas queimadas para limpeza de áreas. Frente aos danos causados por estas atividades, e após o estabelecimento da Lei Federal nº 9.605 de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), surge a perícia ambiental para avaliar os impactos causados, e com ela, a dificuldade para elaboração de laudos no que diz respeito à quantificação dos impactos causados na floresta, pela ausência de metodologias padronizadas. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar uma área de 5,23 ha de monocultura de *Pinus taeda* atingida por incêndio florestal visando a proposição de método de inventário florestal para avaliação de danos. Para isso, dois métodos de amostragem foram testados, sendo: método de área fixa (parcela circular) com uma área amostrada de 5.100 m<sup>2</sup> e método de área variável (ponto quadrante) com 136,3 m<sup>3</sup> amostrados, para as variáveis sobrevivência e volume remanescente por hectare. Além disso, foram estimados os índices de risco e perigo de incêndios florestais para a área afetada. Foram calculados os índices de Monte Alegre, Monte Alegre Modificado para 36 meses. Os resultados mostraram que ambos os métodos de amostragem no inventário podem ser utilizados para a avaliação da sobrevivência e volume de uma área de *Pinus taeda* atingida por incêndio florestal. Porém, recomenda-se utilizar o método de área fixa quando o volume for uma variável de grande importância no estudo, por amostrar um número maior de árvores durante a amostragem. O método de área variável (quadrantes) quantificou adequadamente a sobrevivência, porém, é recomendado quando não for possível instalar parcelas fixas ou quando se objetiva um inventário rápido e sem preocupação com a precisão, levando em consideração a diferença de número de unidades amostrais entre os métodos. Quanto aos índices, o de Monte Alegre Modificado mostrou-se mais representativo para a região de estudo, em que foi detectado índice alto ou muito alto para o período avaliado. Diante dos resultados, conclui-se que ambos os métodos de inventário podem ser utilizados para avaliação de área atingida por incêndio. O método de área fixa se mostrou mais eficiente no estudo devido ao fato de que o método de área variável necessita de maior número de unidades amostrais.

**Palavras-chave:** Perícia Ambiental, impacto ambiental, índices de risco e perigo.

## ABSTRACT

Currently, most forest fires are caused by anthropic actions, especially the loss of control in burning to clean areas. Faced with the damage caused by these activities, and after the establishment of Federal Law No. 9,605 of 1998 (Environmental Crimes Law), environmental expertise emerges to assess the impacts caused, and with it, the difficulty in preparing reports with regard to the quantification of the impacts caused in the forest, due to the absence of standardized methodologies. Given the above, the present study aimed to evaluate an area of 5.23 ha of *Pinus taeda* monoculture affected by forest fire in order to propose a forest inventory method for damage assessment. For this, two sampling methods were tested, namely: fixed area method (circular plot) with a sampled area of 5,100 m<sup>2</sup> and variable area method (quadrant point) with 136.3 m<sup>3</sup> sampled, for the variables survival and remaining volume per hectare. In addition, risk and danger indexes of forest fires were estimated for the affected area. Monte Alegre, Monte Alegre Modified indices were calculated for 36 months. The results showed that both sampling methods in the inventory can be used to assess the survival and volume of an area of *Pinus taeda* affected by forest fire. However, it is recommended to use the fixed area method when the volume is a variable of great importance in the study, as it samples a larger number of trees during sampling. The variable area method (quadrants) adequately quantified survival; however, it is recommended when it is not possible to install fixed plots or when the objective is a quick inventory and without concern for accuracy, taking into account the difference in the number of sample units between the methods. As for the indices, that of Modified Monte Alegre was more representative for the study region, where a high or very high index was detected for the evaluated period. In view of the results, it is concluded that both inventory methods can be used to evaluate the area affected by fire. The fixed area method proved to be more efficient in the study due to the fact that the variable area method requires a greater number of sample units.

**Keywords:** Environmental expertise. Environmental impact. risk and danger indexes



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b>	<b>12</b>
1.1.2	Objetivos Específicos	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	13
2.1	INCÊNDIOS FLORESTAIS	13
2.2	ÍNDICES DE RISCO DE PERIGO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS	15
2.2.1	<b>Índice de Monte Alegre (FMA)</b>	<b>15</b>
2.2.2	<b>Índice de Monte Alegre Modificada (FMA+)</b>	<b>16</b>
2.2.3	<b>Índice de Nesterov (G)</b>	<b>16</b>
2.2.4	<b>Índice de Ångstron (B)</b>	<b>17</b>
2.3	CRIMES E PERÍCIAS AMBIENTAIS	17
2.4	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE INCÊNDIOS	18
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	20
3.1	ANÁLISE DA ÁREA	20
3.2	INVENTÁRIO FLORESTAL E DEMARCAÇÃO DE UNIDADES AMOSTRAIS	22
3.2.1	<b>Método de Amostragem de área fixa - Parcela Circular (PC)</b>	<b>23</b>
3.2.2	<b>Método de amostragem de Área Variável - Ponto Quadrante (PQ)</b>	<b>23</b>
3.3	COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLO	24
3.4	CÁLCULO DE ÍNDICE DE RISCO E PERIGO DE INCÊNDIO	25
<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b>	27
4.1	INVENTÁRIO DA ÁREA INCENDIADA	27
4.2	ÍNDICE DE RISCO E PERIGO DE INCÊNDIO	30
4.3	ANÁLISE DO SOLO	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	36
	<b>REFERÊNCIAS</b>	37
	<b>ANEXO</b>	41



## 1 INTRODUÇÃO

O fogo é um dos principais elementos que destrói as florestas, não só pela geração de danos causados às árvores, mas também ao ecossistema como um todo. Nos danos, cita-se a degradação do solo e micro-organismos, danos causados à fauna e a flora local, danos relacionados à saúde da população pela emissão de gás carbônico, além da contribuição para mudanças climáticas envolvendo gases do efeito estufa. As questões ligadas ao meio ambiente são preocupação de um conjunto de entidades, sejam governamentais, empresariais, áreas do conhecimento científico, além de ser de interesse individual (MEDEIROS e FIEDLER, 2003).

De acordo com o Map Biomas (2022), cerca de 6 milhões de hectares de vegetação foram queimados no mês de setembro do ano de 2022, aproximadamente 3 milhões de hectares a mais, quando comparado ao mês de agosto, do mesmo ano, sendo a maior porcentagem (25,5%) em áreas de pastagem. De acordo com o INPE (2022), houve um aumento de 41% na quantidade de focos de incêndios registrados no ano de 2020 (2.340) com relação ao ano de 2019 (1.660), no estado de Santa Catarina. O crescente aumento do número de incêndios florestais mostra a necessidade de medidas preventivas e ações que minimizem os impactos (FARIAS e STURM, 2020).

Grande parte dos incêndios florestais são causados por ações antrópicas, especialmente pela perda de controle nas queimadas para limpezas de áreas. Junto a esse aumento de casos de incêndios, também aumenta os casos de conflitos levados a juízo para julgamento, havendo assim, a necessidade de um investigador para auxiliar na tomada de decisão pelo juiz. Frente a essa necessidade, atuam os Peritos Ambientais, profissionais de crescente demanda para auxiliar na resolução de conflitos ambientais, especialmente no que concerne à Lei de Crimes Ambientais (Lei federal nº 9605 de 1998). Compete a estes profissionais a investigação de causas, indicação do possível autor do crime, além de informações sistematizadas em um laudo pericial. Além dos Peritos Ambientais, os profissionais do Corpo de Bombeiros Militar contribuem durante as ocorrências no levantamento de informações, as quais auxiliam na criação de um histórico, que pode ser um aliado na prevenção contra esses casos. Dessa forma, é possível observar as maiores áreas de riscos, e em que épocas elas possuem maior tendência de ocorrer (KRAUSE, 2013).

Pelo fato de a Perícia Ambiental ser nova no Brasil, a literatura possui poucos trabalhos relacionados a metodologias adequadas para quantificação de danos em áreas atingidas por incêndios florestais, tanto para peritos ambientais, como para os profissionais do Corpo de Bombeiros Militar. Ainda, há uma falha na comunicação com relação à procedimentos

operacionais padrões, de acordo com Farias e Sturm (2020), 65% dos peritos que trabalham no CBM, acreditam não ser necessário a realização de informe pericial para ocorrências de incêndios florestais, além disso, cerca de 70% dos peritos afirmam não terem realizado qualquer perícia de incêndio florestal, também, houve discrepância nos modelos periciais utilizadas por eles, faltando uma metodologia padrão em casos de onde há necessidade de quantificação dos danos . Dessa forma, é possível observar a dificuldade encontrada pelo Corpo de Bombeiros Militar e por Peritos Ambientais para realização das avaliações dos impactos causados sobre a floresta pela falta de metodologia padronizada, ou por não estarem muitas vezes preparados tecnicamente para esse tipo de atividade (FARIAS e STURM, 2020; CIPRIANO JR e PARIZOTTO, 2017).

As metodologias de inventário florestal, utilizadas por profissionais da área de Engenharia Florestal, podem servir de subsídio na tomada de decisão, já que com ela, é possível quantificar o número de árvores por hectare, número de árvores vivas e/ou mortas pelo fogo, além do volume de madeira remanescente, incluindo conseqüentemente fatores econômicos. Assim, o presente estudo tem como objetivo propor um método de inventário simples, objetivo e confiável para os profissionais da área de Perícia Ambiental e Corpo de Bombeiros, por meio da avaliação de uma área de ocorrência em monocultura de *Pinus taeda*, bem como determinar a sobrevivência das árvores remanescentes, avaliar danos na estrutura física do solo e se a data de ocorrência teve influência do clima da região.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar área de monocultura de *Pinus taeda* atingida por incêndio florestal.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar dois diferentes métodos de inventário florestal de acordo com a precisão e facilidade de aplicação para uso de Peritos Ambientais bem como para o Corpo de Bombeiros Militar;
- Determinar a sobrevivência e quantificar o volume das árvores remanescentes;
- Avaliar os danos causados na estrutura física do solo sob efeito do fogo;
- Estimar os índices de risco e perigo para a área de estudo no período de 01 de julho de 2018 a 30 de julho de 2021.

# 1 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 INCÊNDIOS FLORESTAIS

De acordo com Klotz (2016), desde os primórdios da humanidade o homem foi capaz de realizar mudanças no meio ambiente para satisfazer suas necessidades. Vivia-se da coleta de alimentos silvestres e da caça. Com o passar dos anos o homem descobriu que podia plantar sua própria alimentação e assim ter uma dieta mais enriquecida. Com o avanço do conhecimento novas técnicas de cultivo apareceram, entre elas a utilização da queimada, com o objetivo de manejo da vegetação para limpeza da área e posterior plantio voltado ao uso da pecuária. Segundo IPEF (1995), há uma diferença entre os conceitos referentes às palavras queimadas e incêndios, de forma que queimadas (não necessariamente controladas) são a simples queima da vegetação ou da floresta, cortada e depois seca, já que vegetações úmidas não são capazes de pegar fogo. Já incêndios florestais se referem à queima da vegetação ou da floresta sem controle, onde o fogo se propaga livremente.

Segundo Machado (2012), os incêndios podem ocorrer de forma natural ou criminal. O primeiro tipo ocorre no bioma cerrado, onde há épocas de estiagem e elevadas temperaturas, ou também em vegetações rasteiras quando atingidas por meio de raios, com temperaturas suficientes para “pegar fogo”. Além disso, a fauna e flora local necessitam dessas condições para constituir um ecossistema, para Kolb et al., (2016), muitas vezes esses acontecimentos de queimadas naturais são necessários para superação de dormência em sementes, permitindo que estas germinem. Com relação aos incêndios criminosos, segundo Macedo e Biazussi (2017), estão previstos na Lei Federal nº 9.605/98 como crimes ambientais, as quais são passíveis de sanções penais, administrativas e civis.

Segundo Soares (1992), a maioria dos episódios de queimadas são para limpeza de terrenos, principalmente para posterior plantação de pasto para alimentação de gado, isso corresponde a 63,7% das queimadas. Em segundo lugar estão as queimadas criminosas ou provocadas por incendiários, sendo 14,7%, os demais acontecimentos se dão por fumantes, estradas de ferro, ou de forma acidental (19,4%). Apenas 0,2% correspondem a queimadas naturais ou ocasionadas por raios e mais comumente ocorrem no cerrado. Com relação aos outros biomas, é relativamente difícil haver queimadas naturais, como por exemplo, na região amazônica, que é uma floresta úmida e não há como ser incendiada de forma natural (GRAGNANI, 2020).

Com o aumento da pressão antrópica em áreas de vegetação, o tema “incêndios florestais” se torna um problema progressivo, e que ainda atualmente é um assunto pouco estudado no Brasil (CONEGLIAN, 2018). Para Medeiros e Fiedler (2003), dentre os impactos negativos, estão os aspectos econômicos, como mortalidade das árvores, pois além do próprio fogo causar a morte, muitas árvores que não morrem dessa forma, são danificadas caso o calor ultrapasse a casca, afetando o câmbio vascular e conseqüentemente podendo ser atacadas por patógenos, como insetos, fungos e bactérias. Além disso, pode haver danos causados à fauna local e destruição do ecossistema, emissão de gás carbônico para atmosfera, o qual contribui para acontecimento das mudanças climáticas, destruição de micro-organismos do solo, além de danos causados à saúde, como problemas respiratórios pela emissão de gás carbônico (TORRES et al., 2017).

Dessa forma, os incêndios florestais têm sido uma das grandes preocupações para os administradores de florestas plantadas, sendo cada vez mais importante a junção das informações com o histórico de áreas já atingidas, para a realização do planejamento de prevenção e combate a incêndios florestais, a fim de estabelecer ações futuras que evitem a ocorrência desses casos. Para que a eficiência no controle seja considerada em um bom nível, a maioria dos casos deve estar dentro da classe I, e isso pode ser alcançado com políticas de prevenção e combates por parte das empresas florestais e agências governamentais (KRAUSE, 2013). De acordo com Soares et al., (1984), os incêndios podem ser classificados de acordo com seu tamanho, como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1. Classes de incêndios florestais de acordo com sua área atingida

Classe	Área (ha)
I	0,01 a 0,09
II	0,1 a 4
III	4,1 a 40
IV	40,1 a 200
V	> 200

Fonte: Soares (1984)

## 2.2 ÍNDICES DE RISCO E PERIGO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

Considerando o fato de que a maioria dos incêndios florestais se dá por ação antrópica, é visto que podem ser evitáveis, assim, a proteção das florestas contra o incêndio se dá através da prevenção, ou seja, evitando que ele ocorra. Dessa forma, cabe a aplicação de técnicas que permitam realizar a previsão das condições de risco, possibilitando consequentemente a adoção de medidas preventivas, esquematizados em um Plano de Prevenção e Combate à Incêndios Florestais. Dentre estas técnicas estão os cálculos de índices de risco e perigo de incêndios. Os índices utilizados para esse controle são: (i) Índice de Monte Alegre e Monte Alegre Modificada; (ii) Nesterov (G) e (ii) Ångstron (B), dentre outros (NETO et. al., 2018). De acordo com Cheney (1968), esses índices fornecem resposta em 80% dos casos, se tornando suficientemente eficiente para o planejamento do controle das ocorrências. Segundo INEA (2017), os índices consideram em seus cálculos fatores relacionados às condições climáticas locais, como umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperatura do ar e precipitação média, e isso tem sido uma ótima estratégia de prevenção e combate a incêndios.

### 2.2.1 Índice de Monte Alegre (FMA)

O índice de Monte Alegre foi desenvolvido por Soares (1972) para região do Paraná e utiliza da precipitação (mm) e da umidade relativa do ar medida às 13:00 h como variáveis para estimativa dos riscos e perigos de incêndio na região. Considerando que é um índice cumulativo, quanto maior a quantidade de dias que ficarem com baixa umidade relativa do ar e sem precipitação, maior o risco de incêndio, porém, dependendo da quantidade de chuva ocorrida no dia, o cálculo leva em consideração alguns ajustes, como apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 – Restrições ao cálculo de Monte Alegre de acordo com a intensidade de precipitação diária.

Chuva do dia (mm)	Modificação do cálculo
≤ 2,4	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% no FMA acumulada e somar (100/H) do dia
5 a 9,9	Abater 60% no FMA acumulada e somar (100/H) do dia
10 a 12,9	Abater 80% no FMA acumulada e somar (100/H) do dia
> 12,9	Interromper a somatória (FMA = 0) e recomeçar o cálculo no dia seguinte

Fonte: EMBRAPA (2020)

Dependendo do valor do índice, é possível relacionar o grau de perigo de incêndio, como apresenta a Tabela 3.

Tabela 3 – Escala de perigo da fórmula de Monte Alegre.

Valor de FMA	Grau de Perigo
$\leq 1$	Nulo
1,1 a 3	Pequeno
3,1 a 8	Médio
8,1 a 20	Alto
$> 20$	Muito alto

Fonte: Mbanze et al., (2017)

### 2.2.2 Índice de Monte Alegre Modificada (FMA+)

A partir da fórmula de Monte Alegre, Nunes (2006) propôs uma modificação no cálculo, adicionando a variável velocidade do vento (m/s) medida às 13:00 h. Como as variáveis precipitação (mm) e umidade relativa são cumulativas, e a variável vento (m/s) adicionada não é acumulativa, os mesmos ajustes são considerados de acordo com a tabela 2.

Tabela 4 - Escala de perigo da Fórmula de Monte Alegre Modificada (FMA+)

Valor de FMA+	Grau de Perigo
$\leq 3$	Nulo
3,1 a 8	Pequeno
8,1 a 14	Médio
14,1 a 24	Alto
$> 24$	Muito alto

Fonte: EMBRAPA (2020)

### 2.2.3 Índice de Nesterov (G)

De acordo com Soares (1984), este índice foi desenvolvido na Rússia, e se fundamenta com base no déficit de saturação do ar, pressão do ar e na temperatura, ambos medidos às 13: 00 h, além da precipitação diária (mm). Por ser um índice cumulativo, também é sujeito à ajustes em seus cálculos (Tabela 5).

Tabela 5 – Restrições no cálculo do Índice de Nesterov de acordo com a quantidade de precipitação diária.



Chuva do dia (mm)	Modificação do cálculo
$\leq 2$	Nenhuma
2,1 a 5	Abater 25% no valor de G acumulado e somar (d.t) do dia
5,1 a 8	Abater 50% no valor de G acumulado e somar (d.t) do dia
8,1 a 10	Abandonar a soma anterior e recomeçar novo cálculo: G = (d.t) do dia
> 10	Interromper o cálculo (G=0), recomeçando a somatória no dia seguinte

Fonte: EMBRAPA (2020).

Os cálculos desse índice devem ser enquadrados em uma escala de perigo como é mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Escala de perigo de Nesterov.

Valor de G	Grau de Perigo
$\leq 300$	Nenhum
301 a 500	Pequeno
501 e 1000	Médio
1001 a 4000	Grande
> 4000	Perigosíssimo

Fonte: Mbanze et al., (2017)

#### 2.2.4 Índice de Ångström (B)

O índice foi desenvolvido na Suécia e possui nos cálculos as variáveis de temperatura e umidade relativa do ar, medidos às 13:00 h. Por ser um índice não acumulativo, não possui restrições em seu cálculo (ANGSTROM, 1949). De acordo com Embrapa (2020), se  $B < 2,5$ , as condições meteorológicas estão favoráveis para ocorrência de incêndio, ou seja, há risco de incêndio, caso contrário, se  $B > 2,5$ , não há risco de incêndio.

### 2.3 CRIMES E PERÍCIAS AMBIENTAIS

Com o estabelecimento da Lei federal nº 9.605 de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), surgiu uma enorme mudança nas rotinas dos tribunais, já que muitas atividades relacionadas ao meio ambiente passaram a ser consideradas crimes. Assim, nessas ações judiciais relacionadas ao meio ambiente, é visto a necessidade da atividade da Perícia Ambiental, no âmbito administrativo, civil e criminal, de acordo com o Código de Processo Civil (artigos 420 a 439) (SANT' ANNA e CARNEIRO, 2021). Define-se a perícia como uma atividade técnica realizada por profissional qualificado, para atender demandas relacionadas ao esclarecimento de fatos e averiguação das causas que ocasionaram determinado evento. As análises feitas pelo

perito servem como prova em processos judiciais, auxiliando na tomada de decisão de juízes. Dessa forma, não cabe ao perito realizar o julgamento e sim, o fornecimento de laudos periciais, se mantendo na posição imparcial com o objeto de análise (AMARAL, 2020). Devido à complexidade da determinação dos danos e a sua dimensão, os profissionais atuam na área indicando a causa, extensão do dano, o possível autor do crime e recomendando ações para minimização dos impactos gerados na área (PANIAGO, 2016).

Na esfera administrativa, a perícia ambiental geralmente é solicitada pela autoridade administrativa. Na esfera civil, as perícias normalmente são solicitadas pelo Ministério Público ou pelo juiz, para avaliação dos danos ambientais, e na esfera criminal, a perícia é solicitada pela delegacia, por parte da polícia ambiental e polícia militar (RIBASKI, 2021). Com relação às atividades que cabem ao Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), está inclusa no seu Procedimento Operacional Padrão a regulamentação da atividade investigativa e objetiva por meio de laudos, levantamento de informações para alimentação de banco de dados. Infelizmente, a atividade de investigação com relação à quantificação de danos causados em incêndios florestais, ainda é falha (CBMSC, 2017). Segundo Farias e Sturm (2020), nos anos de 2018 e 2019 foram constatadas cerca de 3.500 perícias de incêndios florestais que foram inseridas no sistema do CBMSC, porém, apenas 50 delas foi realizada investigação, e somente 8 dos casos tiveram seus dados inseridos no sistema. Ainda, o estudo realizado no CBMSC a fim de conhecer as principais dificuldades encontradas por eles, mostra que há necessidade de métodos para geração de dados para apurar as causas, para assim gerar o correto planejamento de controle dos incêndios.

#### 2.4 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE INCÊNDIOS

Durante a avaliação dos impactos causados no plantio, é visado analisar todos os pontos afetados, como danos causados no solo, principalmente em sua estrutura física, sobrevivência e mortalidade dos indivíduos, quantificação de volume das árvores remanescentes e avaliação da capacidade produtiva da floresta após o incêndio, além de danos materiais, incluindo cercas e arames, por exemplo (SINDPFA, 2019). O fogo é um dos principais fatores que inviabilizam a produção de madeira, de acordo com Schumacher et al. (2005) os danos à vegetação vão depender do grau de intensidade e do tempo do incêndio, da idade das árvores e da espécie em questão.

Com relação à espécie, as coníferas e outras espécies resinosas queimam mais rapidamente do que as espécies folhosas. Já com relação à idade, as árvores mais jovens são

mais sensíveis, pois possuem menor densidade de madeira, aumentando a taxa de mortalidade mais rápido do que árvores com maior idade, além de possuir menor quantidade de umidade na casca, o que favorece a queima mais rapidamente. Os distúrbios causados na floresta diminuem a capacidade de produção de madeira, além disso, a situação que causa mais danos às árvores é quando o incêndio atinge a sua copa, uma vez sem as folhas, irá diminuir a capacidade fotossintética da planta, consequentemente as tornando debilitadas e mortas. Dessa forma, é necessário a obtenção de métodos que avaliem com precisão a esses fatores, a fim de quantificar os danos causados na floresta (SCHUMACHER, 2005).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de pesquisa é uma propriedade particular localizada no município de Major Vieira no Estado de Santa Catarina, que possui 5,23 hectares, os quais, em sua totalidade, são cobertos por monocultura de *Pinus taeda*. A espécie foi implantada com espaçamento entre árvores de 2,5 x 2,5 m, no ano de 2011, possuindo cerca de 11 anos de idade no momento da coleta de dados. As coordenadas geográficas centrais da propriedade são: 26°22'54,07" de latitude Sul e 50°17'52,45" de Longitude a Oeste de Greenwich (Figura 1). O incêndio florestal ocorreu no dia 27 de janeiro de 2020, às 18:06 h, atingindo cerca de 75,45% da área total, ou seja, 3,94 ha, de acordo com a perícia realizada pelo Corpo de Bombeiros Municipal (Anexo 1).

Figura 1 – Área total da propriedade coberta com monocultura de *Pinus taeda*.

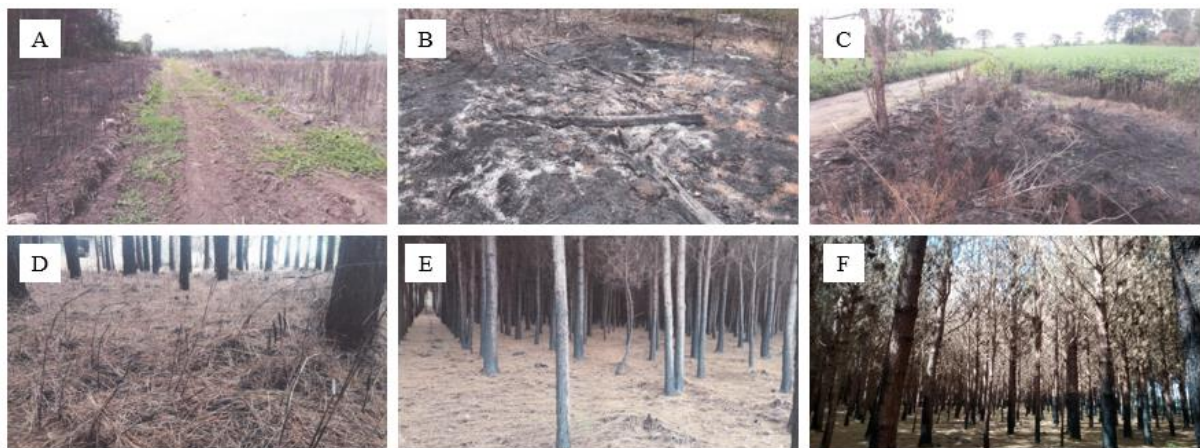


Fonte: Google Earth (2019).

Segundo o laudo pericial realizado 12 dias após a ocorrência, o incêndio foi causado por ação humana direta, devido relatos de testemunhas sobre a intenção do vizinho em limpar sua própria área de pastagem, através da queima da vegetação. Além dos relatos, algumas evidências detectadas pelo perito corroboram o local de início do incêndio: (i) a construção de aceiros na propriedade vizinha; (ii) detecção de focos iniciais na propriedade vizinha; (iii)

galhos estáticos presentes na serrapilheira, indicando o sentido do incêndio; (iv) marcas de carbonização nos troncos das árvores, onde a face do tronco sem marcas de carbonização indica o sentido de deslocamento do fogo, e as faces opostas com marcas expressivas de deposição de fuligem apresentam claramente o fenômeno de vórtices de recirculação de ar ocasionados pelo vento. Todas essas evidências foram necessárias para levantamento de dados sobre o local de início do sinistro, bem como para descartar a possibilidade de incêndio natural. As evidências podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 – Evidências encontradas durante a perícia realizada na área de estudo.



Legenda: (A) Marcas de aceiros entre as propriedades vizinhas; (B) Foco inicial do incêndio na propriedade vizinha à de estudo; (C) Segundo foco inicial do incêndio na mesma localidade; (D) Galhos estáticos indicando o sentido de propagação do fogo; (E) Marcas de carbonização em uma das faces dos troncos; (F) Árvores mortas pela queima das copas.

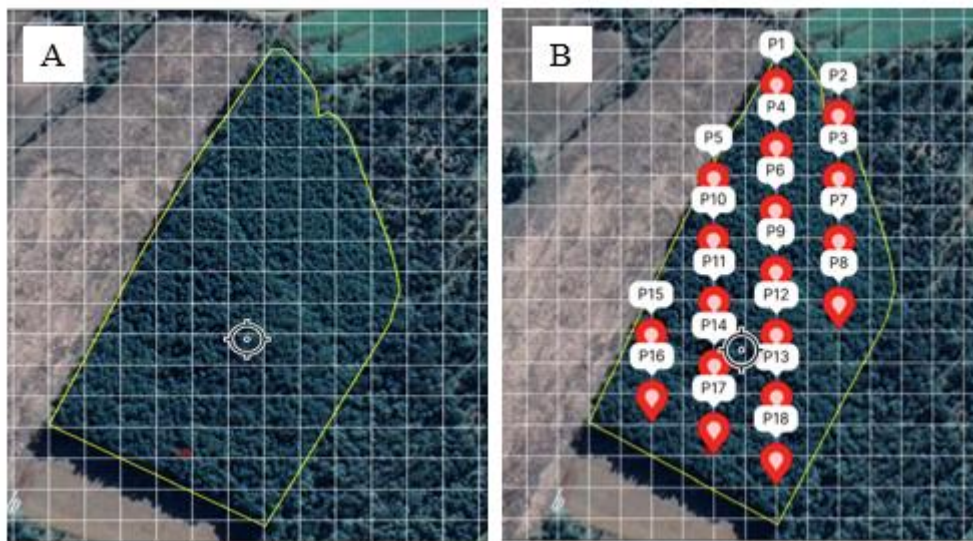
Fonte: adaptado de Modolon\_(2020)

Com relação aos impactos do incêndio, o laudo aponta que o fogo ocorreu predominantemente de forma rasteira e incidiu de maneira mais intensa na serrapilheira da floresta, não afetando diretamente as copas das árvores, com exceção das parcelas iniciais 4 e 6, que foram atingidas de maneira mais intensa. Com relação as parcelas finais do povoamento, como as parcelas 16, 17 e 18 (Figura 3), quase não foram atingidas pelo incêndio. Porém, o perito recomenda a melhor avaliação da área, considerando possíveis danos causados no povoamento. Dessa forma, o proprietário solicitou auxílio da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção de maiores informações.

### 3.2 INVENTÁRIO FLORESTAL E DEMARCAÇÃO DE UNIDADES AMOSTRAIS

Para demarcação das parcelas, foram utilizadas duas metodologias, parcela de área fixa circular e parcela de área variável pelo método de quadrantes, a fim de comparação de qualidade de resultados. Ambas as metodologias foram aplicadas simultaneamente, já que as amostras coletadas foram posicionadas no mesmo ponto. Para demarcação do local de cada parcela, foi realizada por amostragem sistemática, através do aplicativo Avenza Maps. O aplicativo permite a determinação da primeira unidade amostral por aleatorização, e as demais, por malha UTM a cada 25 metros. Embora a malha escolhida tenha sido de 25 m, para determinação dos pontos a serem instalados foi considerado uma distância de 50 x 50 m, ou seja, intercalando as linhas pré-estabelecidas (Figura 3). Ainda na Figura 3, o croqui da área apresenta os pontos destacados em vermelho, os quais foram instaladas as unidades amostrais.

Figura 3 – Croqui das parcelas circulares e pontos quadrantes determinados pela malha UTM através do aplicativo Avenza Maps.



Legenda: (A) Malha de 25 m x 25 m no aplicativo *Avenza maps* e (B) demarcação de unidades amostrais em distância de 50 m x 50 m.

Fonte: O autor (2022)

Foram determinadas 18 parcelas sistemáticas, porém a parcela 5, por ser considerada bordadura, não teve seu inventário realizado, totalizando 17 parcelas na área de estudo. Com relação ao cálculo de volume para ambos os métodos, foi utilizada a Equação 1, de Schumacher

e Hall, para espécie de *Pinus taeda*, a qual é indicada para o município de Fraiburgo – SC, região mais próxima de Major Vieira (FIGUEIREDO FILHO, 2014).

Equação volumétrica – Schumacher e Hall (1)

$$v = B_0 d^{B_1} h^{B_2} + \varepsilon_i$$

Sendo:

$$b_0 = 0,000027$$

$$b_1 = 1,8541$$

$$b_2 = 1,23203$$

### 3.2.1 Método de Amostragem de área fixa - Parcela Circular (PC)

Para a aplicação da metodologia de parcela circular (PC), a cada ponto encontrado através do aplicativo, foi posicionado uma estaca, e o raio de 9,77 m foi definido com auxílio do equipamento vertex. Dessa forma, a área das parcelas circulares foi de 300 m<sup>2</sup>. Para demarcação da parcela, todas as árvores inclusas no círculo foram pintadas com tinta spray de cor branca, para facilitar a visualização de cada indivíduo. As árvores inclusas nas parcelas foram as quais possuíam uma distância do ponto até o centro da árvore, menor ou igual a 9,77 m, caso contrário, a árvore não seria inclusa na unidade amostral.

Todas as árvores da unidade amostral tiveram sua circunferência à altura do peito (CAP) medidos com auxílio de fita métrica, os valores obtidos foram convertidos em diâmetro médio à altura do peito (DAP). Além disso, as árvores tiveram sua altura total e altura de carbonização medidas, com auxílio de vertex e registro do estado fitossanitário dos indivíduos, como árvores mortas de cada parcela.

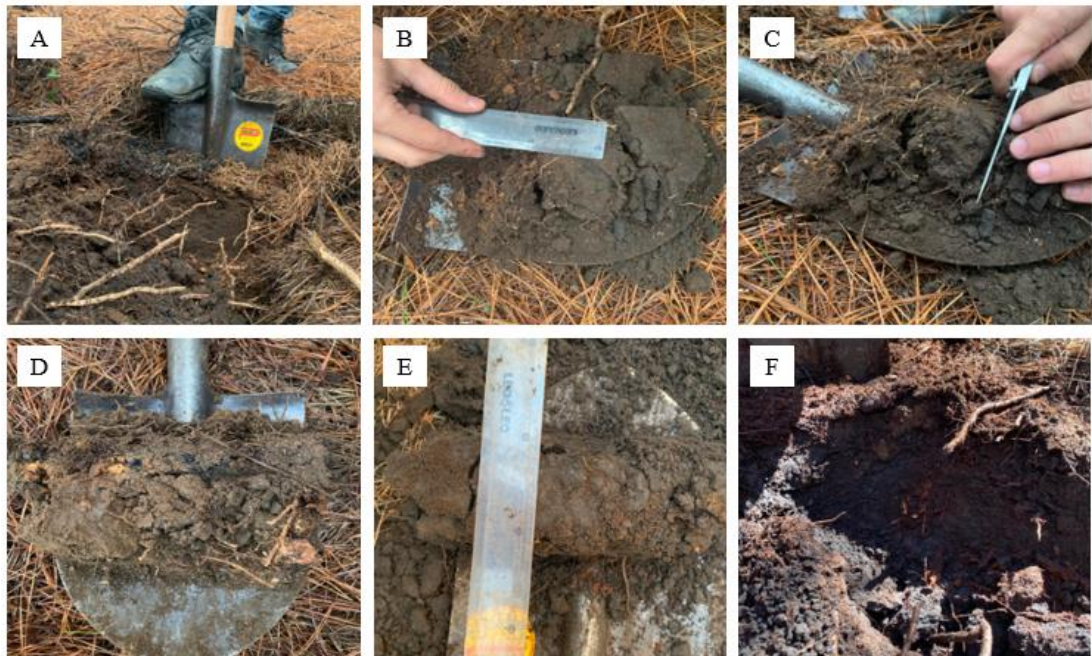
### 3.2.2 Método de amostragem de Área Variável - Ponto Quadrante (PQ)

Neste método de amostragem, para cada ponto já pré-determinado pelas estacas da metodologia anterior (PC), foi disposto sobre o solo uma estaca simples de madeira em formato de cruz, a fim de obter duas linhas perpendiculares formando os quadrantes. Dessa forma, foram registrados um indivíduo dentro de cada quadrante, sendo os mais próximos do ponto. Para estes indivíduos, as mesmas variáveis do método de amostragem anterior foram medidas.

### 3.3 COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLO

Nas mesmas unidades amostrais determinadas pelos métodos descritos anteriormente, foram coletadas amostras de solo com objetivo de realizar análise física. Para isso, foram retiradas amostras de cada uma das 17 parcelas do povoamento. Com auxílio de uma pá de corte, foi realizado corte vertical no solo a fim de retirar amostras de duas camadas (Figura 4). A primeira camada de solo coletada foi a superficial, de 0 a 5 cm e a segunda camada foi a subsuperficial, de 5 a 10 cm, totalizando em 34 amostras de solo.

Figura 4 – Etapas de coleta das amostras de solo



Legenda: (A) Corte da primeira camada do solo com pá de corte; (B) Medição da camada superficial; (C) Corte da camada e retirada do excedente de 5 cm; (D) Camada superficial utilizada para a amostragem; (E) Camada subsuperficial; (F) Perfil do solo após retirada das amostras.

Fonte: O autor (2020).

Para realização da análise de solo, foram retirados aproximadamente 1 kg de solo das camadas de cada amostra e imediatamente colocados em sacos plásticos com dimensão de 30 x 40 cm, sendo identificado com caneta permanente de cor preta, o número da parcela e a respectiva camada e levados até o Laboratório de Química na Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitibanos. No laboratório, cada amostra teve seus agregados separados



manualmente e cuidadosamente em agregados menores, com o objetivo de que os agregados não fossem quebrados aleatoriamente, mas sim apenas exercendo força para que fossem separados onde estivessem realmente com sua estrutura mais fraca.

Para separação dos agregados em classes de tamanho foi utilizada a metodologia de Six et al., (2000), o qual utiliza o peneiramento úmido. Foram obtidas três classes de agregados: (i)  $> 2$  mm de diâmetro – macroagregados; (ii)  $2 - 0,25$  mm - mesoagregados e (iii)  $< 0,25$  mm - microagregados. Dessa forma, os agregados maiores foram separados manualmente até que passassem pela peneira de 9,5 mm, depois, foram dispostos em bandejas e deixados secar completamente em temperatura ambiente, o que levou cerca de uma semana.

Posteriormente, foram pesados em balança simples para obtenção da massa de cada amostra. Após pesadas, as amostras foram colocadas em peneira de 2 mm, onde foram mergulhadas em 500 ml de água destilada por 5 minutos. Após esse tempo embaixo da água, essa peneira foi mergulhada em água 50 vezes, por 2 minutos, para a contagem no tempo correto, foi utilizado um metrônomo em aplicativo de celular. Após o tempo determinado, os agregados foram retirados da peneira e colocados secar em estufa de ventilação forçada até secarem completamente. O mesmo procedimento foi realizado para a peneira de 2 mm, e os microagregados que passaram dessa peneira, também foram colocados secar em estufa juntamente com toda a água restante. As amostras secas foram pesadas a fim de obter a massa final para analisar a perda de umidade e a estrutura de cada agregado. Os dados obtidos foram utilizados para análise dos danos causados na estrutura física do solo pela incidência do fogo.

### 3.4 CÁLCULO DE ÍNDICE DE RISCO E PERIGO DE INCÊNDIO

Foram calculados dois índices, sendo eles: Monte Alegre (FMA) e Monte Alegre Modificada (FMA+). Para isso, foram obtidos dados meteorológicos de apontamentos diários de um pluviômetro, localizado no município de Papanduva-SC, região próxima à região de Major Vieira. Os dados de precipitação são utilizados para ajustes das fórmulas, de acordo com a Tabela 2. Para cálculos de índice de risco e perigo de incêndio, o período mais indicado é aproximadamente seis meses antes da ocorrência de incêndio e seis meses após. Porém, foi definido um intervalo de tempo maior a fim de garantir a qualidade dos dados, sendo no período de 01/07/2018 a 30/07/2021. Com relação as variáveis meteorológicas, o horário considerado de medição foi das 13:00 h. Para os cálculos dos índices, foram utilizadas as Equações 2 e 3.

### Fórmula de Monte Alegre – FMA

Equação básica

$$FMA = \sum_{i=1}^n \left( \frac{100}{Hi} \right) \quad (2)$$

Sendo:

FMA = Fórmula de Monte Alegre

H = Umidade relativa do ar (%) medida às 13:00 h

n = número de dias sem chuva maior ou igual a 13 mm

Fórmula de Monte Alegre Modificada (FMA<sup>+</sup>)

Equação básica

$$FMA^+ = \sum_{i=1}^n \left( \frac{100}{Hi} \right) e^{0,04 v} \quad (3)$$

Sendo:

FMA<sup>+</sup> = Fórmula de Monte Alegre Modificada

H = umidade relativa do ar em porcentagem, medida às 13:00 h.

n = número de dias sem chuva maior ou igual a 13 mm

v = velocidade do vento em m/s medida às 13:00h

e = base dos logaritmos naturais (2,718282).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 INVENTÁRIO DA ÁREA INCENDIADA

De acordo com os dados inventário florestal, foram medidas 492 árvores no método de área fixa com parcelas circulares, totalizando uma área de 5.100 m<sup>2</sup>, um número maior quando comparado à quantidade de indivíduos amostrados no método de área variável (ponto-quadrante), que foi de 68, com uma área total de amostragem de 136,3 m<sup>2</sup>. Para o método da área fixa, foi encontrado um volume médio de 411,5 m<sup>3</sup>/ha com um erro de 10,5% e aproximadamente 814 árvores vivas por hectare, com erro de 17,93%. Já para área variável, um volume médio de 760,2 m<sup>3</sup>/ha, com um erro de 33,9% e 1.643 indivíduos vivos remanescentes por hectare com erro de 26,9% (Tabela 7).

Tabela 7 – Estimadores obtidos pelo método de área fixa com parcelas circulares (PC) e método de área variável por pontos quadrantes (PQ) para a amostragem do volume de madeira remanescente e número de árvores vivas (sobreviventes).

Estimadores	Volume (m <sup>3</sup> /ha)		N° árv. vivas/ha	
	PC	PQ	PC	PQ
Média	411,5	760,2	813,7	1643,0
Variância	7064,9	251602,4	80563,7	738408,7
Desvio Padrão	84,1	501,6	283,8	859,3
Coefficiente de Variação %	20,4	66,0	34,9	52,3
Intensidade amostral	9,8	0,3	9,8	0,3
População	0,9	1,0	0,9	1,0
Valor t	2,1	2,1	2,1	2,1
N ideal	17	196	96,0	123
Variância da média	415,6	14800,1	4739,0	43435,8
Erro padrão	20,4	121,7	68,8	208,4
Erro amostragem absoluto	43,2	257,9	145,9	441,8
Erro de amostragem relativo	10,5	33,9	17,9	26,9
L.I.*	368,2	502,3	667,8	1201,2
L.S.*	454,7	1018,1	959,7	1669,9
Área:	5,2	5,2	5,2	5,2
Média população:	2151,9	3976,1	4255,8	8593,0
L.I. I.C.* população:	1925,9	2627,3	3492,5	6282,3
L.S. I.C.* população:	2377,9	5324,9	5019,0	8733,6

\*L.I.: Limite Inferior; \*L.S.: Limite Superior; \*L.I.I.C.: Limite inferior do intervalo de confiança; \*L.S.I.C.:

Limite superior do intervalo de confiança.

Fonte: O autor (2022)

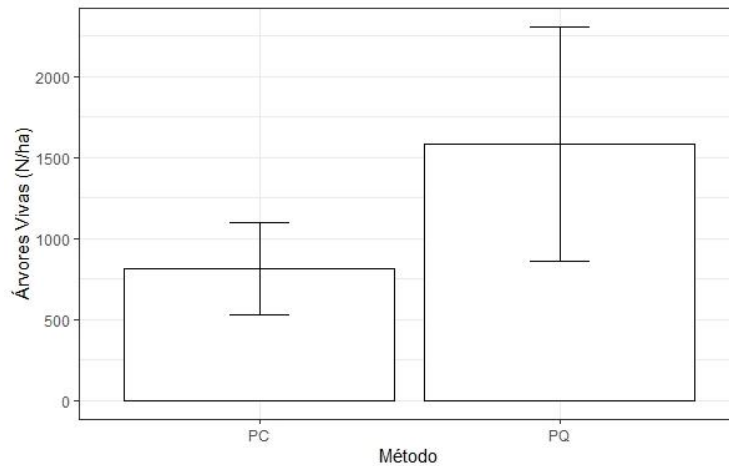
Moscovich et al. (1992), ao comparar diferentes métodos de área fixa e variável, encontraram uma superestimativa no volume de madeira para o método de quadrantes, bem como superestimativa para número de árvores por hectare. Já no presente estudo foi obtido maior precisão no método de área fixa devido ao erro que foi menor, quando comparado ao método de área variável, para a variável volume de madeira.

Com relação ao número de árvores mortas, pelo método de área fixa, as parcelas número 4 e 6 foram as mais atingidas com o incêndio, com 933 e 300 árvores mortas por hectare, respectivamente. Na Figura 3, é possível analisar que nestas parcelas, há um elevado número de árvores que foram atingidas pelo incêndio até as copas. Já para o método de quadrantes, não foi possível obter uma estimativa consistente, pois o número de indivíduos amostrados por ponto, não foi o suficiente para determinar o número de árvores mortas por hectare.

É possível verificar que há necessidade de obtenção de maior número de pontos amostrais no presente estudo para o método da área variável, para que a comparação seja equivalente com o método de área fixa, a fim de atender o erro amostral estipulado e a intensidade ótima de amostragem. Observando a Tabela 2, o número ideal de unidades amostrais para o método de área variável, deveria ser de no mínimo 196 pontos. Mas, no atual inventário foi considerado o mesmo número de unidades amostrais que o método de área fixa (17), superestimando os valores de volume. Dessa forma, a amostragem por área variável não representou de forma precisa a variabilidade do povoamento. Além disso, o intervalo de confiança para essa variável foi relativamente grande, ficando entre 502 m<sup>3</sup>/ha e 1.018 m<sup>3</sup>/ha.

Farias et al., (2002) comparando o método de área fixa com o método de área variável (Bitterlich), também concluíram em seus estudos que haveria necessidade de um maior número de unidades amostrais para o método de área variável, em virtude deste método ter considerado um menor número de árvores amostradas e menor área. Dessa forma, pode-se considerar que o método de área variável pode ser viável caso o objetivo do estudo seja apenas avaliar a sobrevivência dos indivíduos após o incêndio, mesmo apresentando um erro maior que o de área fixa. A figura 5 mostra que o método de PQ considerou maior número de indivíduos vivos remanescentes quando comparado ao método de área fixa (PC).

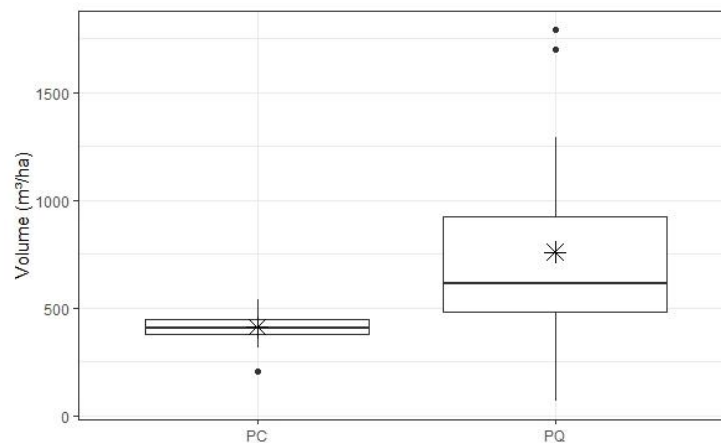
Figura 5– Comparação entre o método de Área fixa (PC) e método de Área variável (PQ) com relação à sobrevivência de indivíduos remanescentes por hectare.



Fonte: O autor (2022)

Em contrapartida, caso o objetivo do trabalho seja quantificar o volume do povoamento remanescente ao incêndio, o método de área fixa se apresenta mais confiável, pois forneceu um erro de 10,5%, que é próximo ao requerido em inventários de florestas plantadas, atendendo também a suficiência amostral requerida para a variabilidade do povoamento (17 parcelas). Além disso, o intervalo entre limite inferior e limite superior para a variável volume foi menor, entre 368,2 m<sup>3</sup>/ha e 454,7 m<sup>3</sup>/ha. A Figura 6 apresenta a diferença entre os métodos de área fixa e área variável para quantificação da variável volume, onde é possível observar a superestimada do método de área variável (PQ).

Figura 6 – Comparação da estimativa da variável volume entre os métodos de Área fixa (PC) e Área Variável (PQ).



Fonte: O autor (2022)

O método do ponto quadrante é bastante utilizado para florestas nativas, por ser um método baseado em distâncias, já que estas florestas não possuem uma distribuição pré-estabelecida como em florestas plantadas. Esse método possui como vantagem sobre os métodos de área fixa, a rapidez e facilidade por não precisar instalar parcelas (BRITO et al., 2007). No entanto, esse método não foi adequado para os objetivos propostos, pois o foco do presente estudo foi determinar um método simples e eficiente para a avaliação de povoamentos florestais, sujeitos a incêndios, que atenda às demandas de ocorrências do corpo de bombeiros e de peritos ambientais.

#### 4.2 ANÁLISE DO SOLO

De acordo com a Tabela 8, é possível observar que a parcela 15 foi a parcela que apresentou menor percentual de macroagregados na camada superficial (78,3%), e conseqüentemente maior percentual de microagregados na mesma camada (7,02%), quando comparado à todas as outras parcelas. Em segundo lugar, a parcela 13, apresentou 81,54% dos macroagregados seguida da parcela 12 com 89,3 % na mesma camada. A maioria das amostras coletadas apresentaram maior percentual de macroagregados na camada superficial, sendo possível observar uma diminuição do percentual de macroagregados na camada mais profunda do solo, ou seja, os macroagregados da maioria das parcelas se encontram na camada superficial do solo.

Tabela 8 – Percentual da quantidade de agregados presente no solo de acordo com a classe de tamanho nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm após o incêndio.

Parcelas	Camada do solo (cm)	Frações de agregados (%)			Total (%)
		> 2 mm	2 – 0,25 mm	< 0,25 mm	
1	0 - 5	98,629	0,761	0,609	100
	5 - 10	96,968	2,021	1,011	100
2	0 - 5	97,806	1,431	0,763	100
	5 - 10	96,824	2,394	0,782	100
3	0 - 5	94,658	2,831	2,511	100
	5 - 10	91,707	6,809	1,484	100
4	0 - 5	97,650	1,659	0,691	100
	5 - 10	96,998	2,229	0,773	100
5	0 - 5	97,877	1,450	0,673	100
	5 - 10	95,610	2,718	1,672	100
6	0 - 5	97,363	1,666	0,972	100

	5 - 10	96,683	2,027	1,290	100
7	0 - 5	92,489	4,803	2,707	100
	5 - 10	90,290	7,183	2,527	100
8	0 - 5	89,699	7,668	2,633	100
	5 - 10	84,901	12,097	3,002	100
9	0 - 5	92,165	5,328	2,507	100
	5 - 10	88,555	8,224	3,220	100
10	0 - 5	97,383	1,636	0,982	100
	5 - 10	97,239	1,476	1,285	100
11	0 - 5	95,676	2,162	2,162	100
	5 - 10	94,940	2,644	2,416	100
12	0 - 5	89,365	7,178	3,458	100
	5 - 10	91,692	5,762	2,546	100
13	0 - 5	81,549	12,849	5,602	100
	5 - 10	84,510	11,651	3,840	100
14	0 - 5	86,379	11,023	2,599	100
	5 - 10	88,598	8,518	2,884	100
15	0 - 5	78,318	14,657	7,025	100
	5 - 10	96,271	2,072	1,657	100
16	0 - 5	94,946	2,928	2,125	100
	5 - 10	92,404	4,812	2,784	100
17	0 - 5	91,337	6,419	2,244	100
	5 - 10	95,153	3,533	1,314	100
18	0 - 5	90,846	6,456	2,697	100
	5 - 10	89,172	7,685	3,144	100

Fonte: O autor (2022)

No croqui das parcelas (Figura 1), é possível observar a mancha das árvores atingidas até as copas entre as parcelas 4 e 6, onde o fogo incidiu com maior intensidade, porém, quando feito a análise da estrutura física do solo não foi possível observar severas degradações no solo nestas parcelas, que apresentaram valores de 97,6 % e 97,3 %, respectivamente, para macroagregados do solo, na camada superficial. Esses valores ficam próximos aos das parcelas que praticamente não foram atingidas pelo fogo, como as parcelas 16 e 17.

Dessa forma, é possível observar que o solo não apresentou degradação na sua estrutura física com a ocorrência do incêndio, pois o fogo foi de baixa intensidade. As parcelas que tiveram as árvores mais atingidas e com maior número de indivíduos mortos, não apresentaram alterações nos agregados do solo, tanto na camada superficial, quanto na camada subsuperficial, como observado na Tabela 8. Segundo Neary (2002), nem sempre os incêndios resultam em impactos de alta gravidade nos solos, principalmente se o grau de intensidade for baixo e a duração do incêndio for curta. Os autores ressaltam que um dos impactos mais importantes sobre o solo, resultam da combustão da matéria orgânica (serrapilheira), classificando em

escaldante a serrapilheira que produz cinzas de cor escura e em incineração completa, onde a serrapilheira se apresenta em forma de cinzas de cor branca.

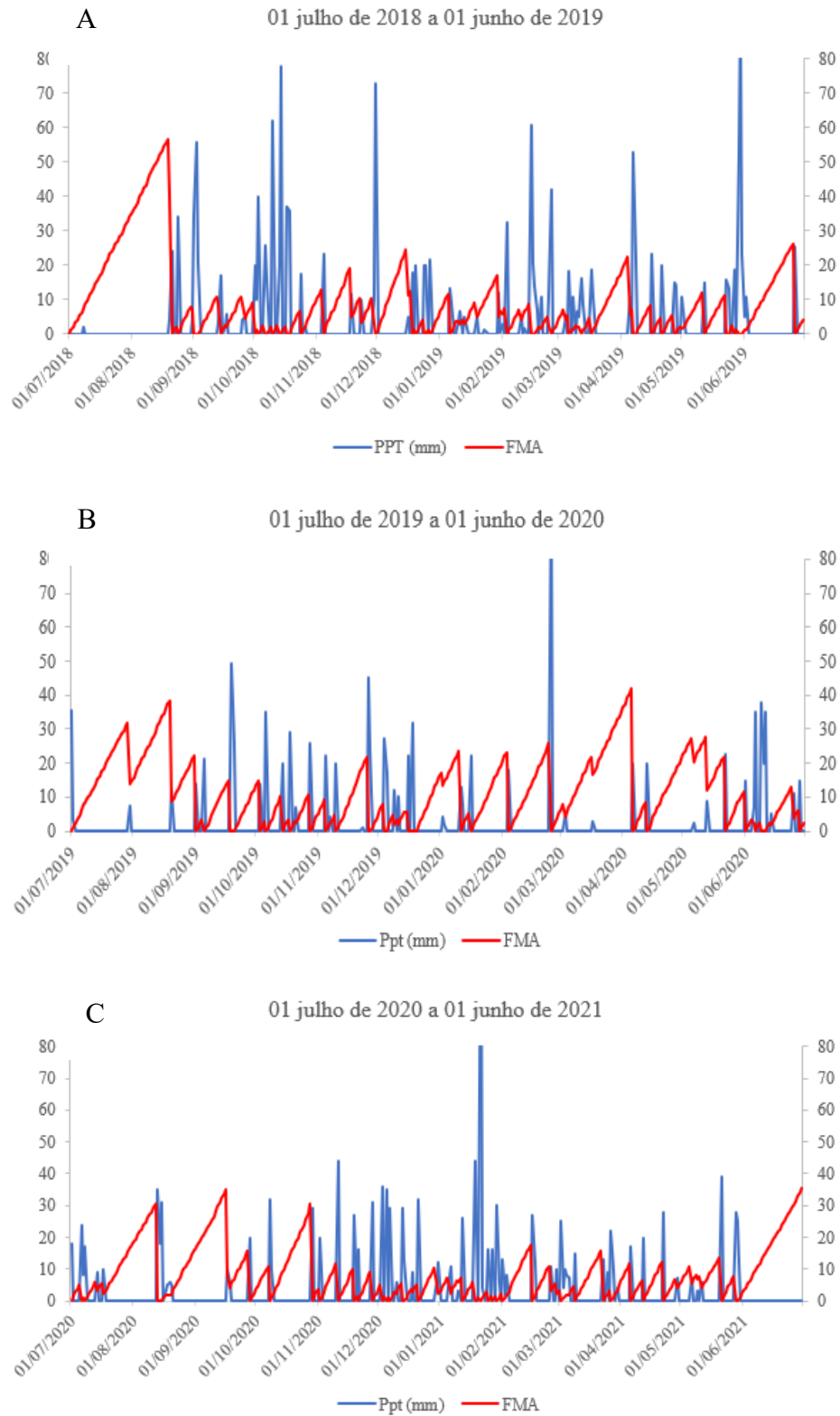
Observando a Figura 2, é possível notar que a serrapilheira se apresenta na segunda forma no local de início do foco de incêndio (com cinzas brancas), porém, ao longo do reflorestamento, a serrapilheira aparenta não ter sofrido combustão. De acordo com Costa e Rodrigues (2015), o nível de degradação irá depender do grau de aquecimento do solo, variando conforme a quantidade de material combustível disponível, do grau de intensidade do incêndio e da umidade do solo, bem como das condições climáticas da região, além da disponibilidade de oxigênio no solo e composição mineral (SANTIN e DOERR, 2016). Dessa forma, é necessário a realização de novos estudos, que principalmente coletem amostras de solo em datas próximas à de ocorrência do incêndio uma resposta evidente nos dados. Além disso, novos estudos podem ser realizados utilizando análises químicas destes solos, a fim de quantificar os danos causados sob efeito do fogo.

#### 4.3 ÍNDICE DE RISCO E PERIGO DE INCÊNDIO

De acordo com a Figura 7 é possível observar que dentre o período analisado, o índice de FMA atinge seu ápice de maior risco de incêndio em agosto de 2018, quando há ausência de precipitação. Por outro lado, o risco de perigo de incêndio é muito baixo quando há dias com maior quantidade de precipitação, ou seja, em outubro e novembro do mesmo ano. Já no ano de 2020, observa-se maior distribuição e constância da precipitação nos meses de novembro e dezembro, a qual permanece nos meses de janeiro a junho de 2021, conseqüentemente diminuindo o risco e perigo de incêndio neste período. De acordo com Souza et al., (2013), o percentual de dias classificados com risco de incêndio alto e muito alto, se concentra nestes referidos meses. Com relação à data de ocorrência do incêndio do presente estudo, que aconteceu no dia 27 de janeiro de 2020, de acordo com a FMA, têm-se um risco alto de incêndio (Tabela 3), o que pode ter favorecido na propagação do fogo. Observa-se que nesta data há baixa ocorrência de precipitação, diferentemente do ano seguinte (2021) que na mesma data, há elevadas quantidades de chuvas e o risco de incêndio é baixo.



Figura 7 – Grau de perigo de incêndio de acordo com a Fórmula de Monte Alegre (FMA), utilizando a variável de precipitação diária (mm), para o período de julho de 2018 a junho de 2021.



Legenda: (A) FMA observada no período de 01 de julho de 2018 a 01 de junho de 2019; (B) FMA observada no período de 01 de julho de 2019 a 01 de junho de 2020; (C) FMA observada no período de 01 de julho de 2020 a 01 de junho de 2021.

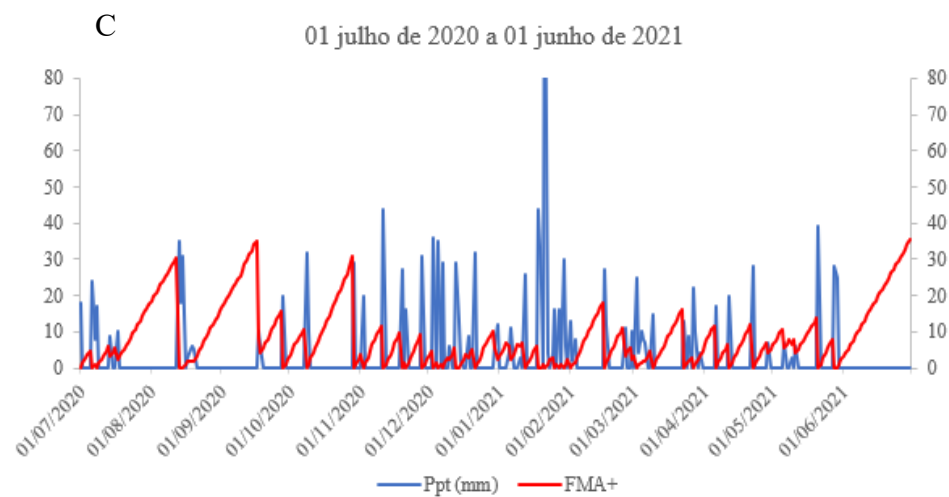
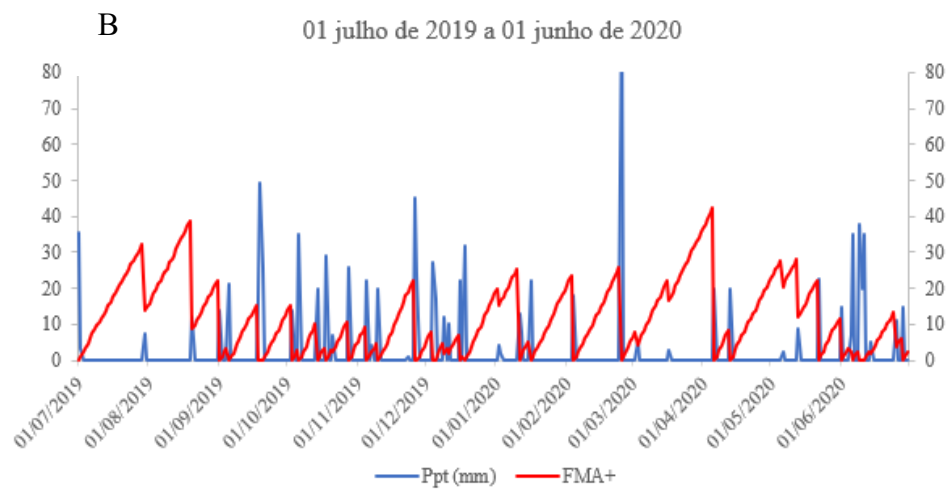
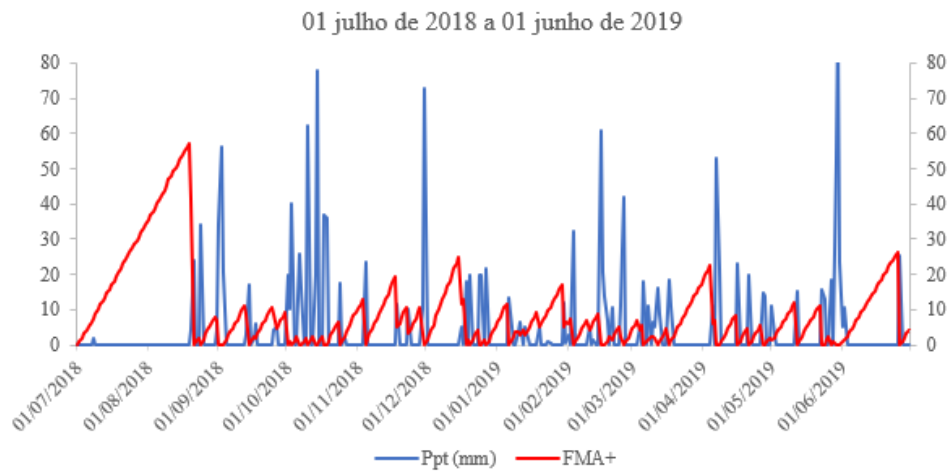
Fonte: O autor (2022)

Para a FMA+, a diferença é extremamente sutil quando observada a figura 8, pois como as classes de perigo são divididas em nulo, pequeno, médio alto e muito alto, e como o período do gráfico foi dividido a cada mês, não foi possível observar discrepância devido à quantidade de dados. Além disso, como o índice foi desenvolvido na região do Paraná e a região de estudo possui características climáticas parecidas, ambas apresentaram resultados semelhantes para o estudo. O maior pico ocorreu no mesmo mês (08/2018) observada para a FMA, bem como o mesmo comportamento é observado no período de maior distribuição das chuvas no ano de 2020 e 2021. Ainda, de acordo com os dados obtidos, este índice também demonstrou risco de perigo de incêndio alto na data de ocorrência do incêndio florestal na área de estudo (27 de janeiro de 2020). Soriano et al., (2015), afirmam que a precipitação é a variável meteorológica capaz de alterar rapidamente as condições de umidade do material combustível, nesse caso, a serrapilheira da floresta.

Como a FMA+ considera o vento, reflete além da probabilidade de ignição, o potencial de propagação do fogo. Borges et al. (2011) em seu trabalho com índice de risco e perigo de incêndio observou melhor desempenho na FMA+ quando comparada à FMA. Dessa forma, como não há diferenças observadas entre os índices, é recomendado a utilização da FMA, já que foi obtido respostas semelhantes, e é uma fórmula mais simples, por considerar uma variável a menos em seus cálculos (velocidade do vento). De maneira geral, a região apresenta alto risco de incêndio na maior parte do ano, devendo levar em consideração medidas preventivas a fim de evitar a ocorrência de incêndios.

Figura 8 - Grau de perigo de incêndio de acordo com a Fórmula de Monte Alegre Modificada (FMA+), utilizando a variável de Precipitação diária (mm), para o período de julho de 2018 a junho de 2021.

A



Legenda: (A) FMA+ observada no período de 01 de julho de 2018 a 01 de junho de 2019; (B) FMA+ observada no período de 01 de julho de 2019 a 01 de junho de 2020; (C) FMA+ observada no período de 01 de julho de 2020 a 01 de junho de 2021.

Fonte: O autor (2022)

#### 4 CONCLUSÃO

O uso do método de área fixa com parcela circular pode ser utilizado tanto para quantificação do volume de madeira remanescente após o sinistro, quanto para avaliar o número de árvores vivas, porém, recomenda-se utilizar o método de área fixa quando o volume for uma variável de grande importância no estudo, por amostrar um número maior de árvores.

O método de quadrantes pode ser utilizado para avaliar a sobrevivência dos indivíduos, porém, é recomendado quando não é possível instalar parcelas fixas ou quando se objetiva um inventário rápido.

Portanto, novos estudos ainda são necessários para confirmar os resultados do presente estudo, uma vez que os valores não foram comparados com o valor paramétrico do povoamento (censo) e visto que o método de área variável não atingiu a suficiência amostral requerida, necessitando de maior número de unidades amostrais para que a comparação seja equivalente.

Não foi possível observar degradações físicas no solo após o incêndio, de acordo com a análise, visto que o incêndio não ocorreu de maneira intensa. Entretanto, recomenda-se a realização de novos estudos que colem amostras de solo em datas próximas à ocorrência do incêndio, de forma a obter uma avaliação que seja mais precisa.

Na data de ocorrência do incêndio, os índices apresentaram alto risco para região. Além disso, a região possui alto risco de incêndio na maior parte do ano, devendo levar em consideração medidas preventivas a fim de evitar a ocorrência de incêndios.

Ambos os índices de incêndio se mostraram igualitários quanto à determinação de risco e perigo de incêndio da região, dessa forma, recomenda-se a utilização da Fórmula de Monte Alegre, pois esta considera uma variável meteorológica a menos em seus cálculos (velocidade do vento), facilitando assim a aplicação.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, G. Análise das ocorrências de queimadas e incêndios em matas e florestas no município de Três Rios, RJ. Rio de Janeiro: **Universidade federal Rural do Rio de Janeiro**, 2020.
- ANGSTROM, A. Swedish meteorological research. **Tellus**, p. 1939-1948, 1949.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: **Presidência da República**, 1998. Acesso em: 15 Set., 2022. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm).
- BORGES, T. S.; FIEDLER, N.; SANTOS, A. R.; LOUREIRO, E. B.; MAFIA, R. G. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no Norte do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, v. 2, n. 18, p. 153 – 159, 2011.
- BRITO, A.; FERREIRA, M. Z.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI jr, F. W. Comparação entre os métodos de quadrantes e prodan para análises florística, fitossociológica e volumétrica. Lavras: **Cerne**, v. 13, n. 4, p. 399-405, 2007. Acesso em: 09 Out., 2022. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/744/74413408.pdf>
- CHENEY, N. P. Predicting fire behavior with fire danger tables. **Australian Forestry**, v. 2, n. 32, p. 71-79, 1968.
- CIPRIANO JR, Z. A.; PARIZOTTO, W. A importância do conhecimento das particularidades das ocorrências de incêndios florestais com interface urbana para o CBMSC. Florianópolis: **Revista Ignis**, v. 2, n. 1, 2017.
- CONEGLIAN, A.; BARBOZA, F. S.; COSTA, D. B.; PEREIRA, I. M.; INTERAMNESENSE, M. T. Danos do fogo causados a um povoamento de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, em Ipameri-GO. Goiânia: **Agrarian Academy**, Centro científico do conhecer, 2018. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2018a/Danos%20do%20fogo.pdf> Acesso em: 19 Mar. 2021.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Manual do Curso de Formação de Combate a Incêndios Florestais**. Florianópolis, 2017.
- COSTA, Y. T.; RODRIGUES, S. C. Efeito do fogo sobre a vegetação e solo a partir de estudo experimental em ambiente de cerrado. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 30, p. 149-165, 2015. EMBRAPA. **Sistema de Alerta de Risco de Incêndio para o Pantanal**, 2020. Acesso em: 03 Nov., 2022. Disponível em: <https://www.cnpaf.embrapa.br/saripan/metodos.html>
- EMBRAPA. Sistema de alerta de risco de incêndio para o pantanal. **EMBRAPA**, 2020. Acesso em 08 Ago., 2022. Disponível em: <https://www.cnpaf.embrapa.br/saripan/metodos.html>
- FARIAS, C. A.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas inequiduais. Viçosa: **Revista árvore**, v. 5, n.

26, 2002. Acesso em: 09 Out., 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/wmDRkzMHNGb7m7TshwL3L6M/?lang=pt>

FARIAS, G. F.; STURM, J. R. Dificuldades encontradas pelos peritos do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina na elaboração do laudo pericial de incêndios florestais. Florianópolis: **Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**, 2020.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; MIRANDA, R. O. V.; RETSLAFF, F. A. S. Compêndio de equações de volume e de afilamento de espécies florestais plantadas e nativas para as regiões geográficas do Brasil. Curitiba, 306 p., 2014.

Google Earth, 2019. Acesso em: 10 Mai., 2022. Disponível em: website. <http://earth.google.com/>.

GRAGNANI, J. Porque não é correto comparar os incêndios na Amazônia aos que ocorrem na Austrália. Londres: **BBC News**, 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-51011491#:~:text=J%C3%A1%20a%20floresta%20amaz%C3%B4nica%2C%20diz,ultra%C3%BAmido%20que%20%C3%A9%20a%20Amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 20 Mar. 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. **Monitoramento auxilia no combate a incêndios florestais**. Rio de Janeiro, 2017. Acesso em: 08 Jul., 2022. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/monitoramento-auxilia-no-combate-a-incendiosflorestais/>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Relatório diário automático**, 2022. Acesso em: 30 Out., 2022. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/cadastro/v2/>

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Fórum nacional sobre incêndios florestais**. Piracicaba: IPEF/PCMIP, 51p, 1995. Disponível em: [https://www.ipef.br/publicacoes/anais/anais\\_forum\\_incendios.pdf](https://www.ipef.br/publicacoes/anais/anais_forum_incendios.pdf) Acesso em: 23 fev. 2021.

KLOTZ, A. O. Valoração de danos a ecossistemas florestais naturais em perícias criminais ambientais no estado da Bahia. Florianópolis: **Universidade Federal de Santa Catarina**, 2016. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PPCA0015-D.pdf> Acesso em: 22 fev. 2021

KOLB, R. M.; PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Factors influencing seed germination in cerrado grasses. Belo Horizonte: **Acta bot. Brasílica**, v. 30, n. 1, p. 87-92, 2016. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062016000100087](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062016000100087) Acesso em: 22 fev. 2021.

KRAUSE, J. Análise de ocorrências de incêndios em florestas plantadas. Espírito Santo, **Universidade Federal do Espírito Santo**, 2013. Acesso em: 29 Out. 2022. Disponível em: [https://florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/TCC\\_Jair%20Krause%20Junior.pdf](https://florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/TCC_Jair%20Krause%20Junior.pdf)

MACEDO, J. N.; BIAZUSSI, M. H. M. Queimadas: impactos ambientais e a lei 9.605/98. **Centro de estudos em desenvolvimento sustentável**, 2017. Disponível em: [//sou.undb.edu.br/public/publicacoes/queimadas\\_\\_impactos\\_ambientais\\_e\\_a\\_\\_\\_\\_\\_lei\\_9\\_605\\_1998\\_\\_.pdf](//sou.undb.edu.br/public/publicacoes/queimadas__impactos_ambientais_e_a_____lei_9_605_1998__.pdf) Acesso em: 21 fev. 2021.

MACHADO, C. A. Desmatamento e queimadas na região norte do estado do Tocantins. Tocantins: **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 43, p. 217–229, 2012.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no parque nacional da serra da canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2003.

MBANZE, A. A.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; ROMERO, A. M.; MUDEKWE, J. Desempenho dos índices de Nesterov e fórmula de monte alegre no distrito de Lichinga, Norte de Moçambique. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 687-696, 2017.

MODOLON, D. M. **Laudo pericial**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Canoinhas: 2020.

MOSCOVICH, F. A.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Comparação de diferentes métodos de amostragem, de área fixa e variável, em uma floresta de *Araucaria angustifolia*. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v. 2, n. 1, p. 173-191, 1992. Acesso em: 07 Out., 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/375/pdf>

NEARY, D. G. An overview of fire effects on soils. Arizona: **Rocky Mountain Research Station**, 2002.

NETO, R. L. B.; TAGLIAFERRE, C.; GONÇALVES, L. J.; OLIVEIRA, F. S. Comparação de índices de risco de incêndio com focos de calor no estado da Bahia. Bahia: **Seeflor**, 2018.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do paraná, Brasil. Curitiba: Floresta, v. 36, n. 1, 2006.

PANIAGO, C. K. A importância da perícia ambiental no contexto das mudanças climáticas. Brasília: **Acta de Ciências e Saúde**, v. 1, n. 5, 2016.

PROJETO MAPBIOMAS – **Mapeamento das áreas queimadas no Brasil (Coleção 1)**, 2022. Acesso em: 02 Nov., 2022. Disponível em: [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias\\_DataFOGO\\_Setembro2022.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias_DataFOGO_Setembro2022.pdf)

RIBASKI, N. G. Perícia e avaliação ambiental: um olhar pela legislação. Curitiba: **Editora Reflexão Acadêmica**, 2020.

SANT'ANNA, M. L.; CARNEIRO, A. C. Análise da inter-relação entre análise, auditoria e perícia ambiental no Brasil. Bahia: **Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais - IBEAS**, 2021. Acesso em: 03 Nov., 2022. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2021/XI-016.pdf>

SANTIN, C.; DOERR, S. H. Fire effects on soils: the human dimension. **The Royal Society**, 2016.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; CALIL, F. N. **Caderno didático: CFL 506 – Proteção Florestal**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

SOARES, R. V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em 1983. **Brasil Florestal**, n. 58, p. 31-42, 1984.

- SOARES, R. V. Prevenção e controle de incêndios florestais. Curitiba, **ABEAS**, 1972. 120 p.
- SOARES, R.V. Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. **Revista Floresta**, v. 22, n. 1-2, p.39-54, 1992.
- SORIANO, B. M.; DANIEL, O.; SANTOS, S. A. Eficiência de índices de risco de incêndios para o Pantanal Sul-Mato-Grossense. Santa Maria: *Ciência Florestal*, n. 4, v. 25, p. 809-816, 2015.
- SOUZA, A. P.; MOTA, L.L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, vol. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.
- SINDICATO NACIONAL DOS PERITOS AGRÁRIOS. **Valoração de danos causados por incêndio florestal**, 2019. Acesso em: 03 Nov., 2022. Disponível em: <https://sindpfa.org.br/biblioteca/artigos/valoracao-de-danos-causados-por-incendio-florestal/>
- SIX, J.; PAUSTIAN, K.; ELLIOT, E. T.; COMBRINK, C. Division s-6 – soil & water management & conservation. Colorado, **Soil Science Society of América jornal**, p. 681-689, 2000.
- TORRES, F. T. P.; ROQUE, M. P. B.; LIMA, G. S.; MARTINS, S. V.; FARIA, A. L. L. Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, 2017. Acesso em: 15 Set., 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/PTZgzwgsGYRPZf4S4pSCZqn/?format=pdf&lang=pt>



## ANEXO A – Laudo Pericial

ESTADO DE SANTA CATARINA SECRETARIA DE ESTADO DA SEGURANÇA PÚBLICA CORPO DE BOMBEIROS MILITAR		AUTO DE INVESTIGAÇÃO EM INCÊNDIO E EXPLOÇÃO Nº 1177/2020/9ºBBM LAUDO PERICIAL	
<b>1. DESCRIÇÃO DO LOCAL:</b>			
Logradouro: Área de Mata			
Complemento: Salto Canoinhas,S/N		CEP: 89490-000	
Bairro: Salto Canoinhas		Cidade: Major Vieira – SC	
Identificação da área: Sítio Santo Antônio		Área (ha): 5,2342	
Nome do responsável ou da empresa responsável: Daniel Roberto Vercka		CPF ou CNPJ: 764.618.749-68	
Coordenadas geográficas: Latitude: 26°22'54,07" S Longitude: 50°17'52,45" O			
<b>1.1. TIPO DE VEGETAÇÃO SINISTRADA</b>			
TIPO DE VEGETAÇÃO:	DESTINAÇÃO DETALHADA:		
<input type="checkbox"/> Mata nativa primária	<input type="checkbox"/> Área de preservação permanente	<input type="checkbox"/> Reflorestamento eucaliptus	<input type="checkbox"/> Plantação de frutíferas
<input type="checkbox"/> Mata nativa secundária em fase inicial de recomposição	<input type="checkbox"/> Reserva Particular de Pres. Ambiental	<input type="checkbox"/> Outro reflorestamento	<input type="checkbox"/> Pastagens
<input type="checkbox"/> Mata nativa secundária em fase final de recomposição	<input type="checkbox"/> Reserva de Pres. Ambiental Federal	<input type="checkbox"/> Plantação de milho	<input type="checkbox"/> Outros: _____
<input type="checkbox"/> Campos	<input type="checkbox"/> Reserva de Pres. Ambiental Estadual	<input type="checkbox"/> Plantação de soja	
<input checked="" type="checkbox"/> Reflorestamento	<input type="checkbox"/> Reserva de Pres. Ambiental Municipal	<input type="checkbox"/> Plantação de trigo	
<input type="checkbox"/> Plantações agrícolas	<input checked="" type="checkbox"/> Reflorestamento de pinus	<input type="checkbox"/> Plantação de arroz	
<input type="checkbox"/> Outros:	<input type="checkbox"/> Outros:	<input type="checkbox"/> Outras plantações:	
<b>2. RESPONSÁVEL PELA ÁREA:</b>			
Nome: Daniel Roberto Vercka			
CPF: 764.618.749-68	RG: 1799018	Telefone: (47)99156-9151	
Email.: daniel@cblm.sc.gov.br			
Logradouro: Rua João Pessoa		Nº: 2665	
Complemento: Apt 703		CEP: 89036-255	
Bairro: Bairro: Velha		Cidade: Blumenau/SC	
<b>3. RESPONSÁVEL PELA INVESTIGAÇÃO:</b>			
Nome completo do Perito: Darlan Margotti Modolon			
Posto/Grad.: 2º Tenente	Mtcl: 934092-0	OBM: 1º/19º BBM	
<b>4. ANÁLISE DA FASE PASSIVA (ESTRUTURAL) só preencher se em 1.1 for marcado reflorestamento</b>			
<b>4.1. Situação da área de sinistrada</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Sem PPCI <input type="checkbox"/> PPCI Indeferido <input type="checkbox"/> PPCI deferido <input checked="" type="checkbox"/> Sem funcionamento <input type="checkbox"/> Funcionamento indeferido <input type="checkbox"/> Funcionamento deferido			
<b>4.2. Sistemas Preventivos Contra Incêndios</b>			
Sistemas exigidos pela NSCI/PPCI	Existente	Atende a NSCI	Utilizado
<input type="checkbox"/> sistema de Vigilância e Detecção	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> sistema de Acessos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> sistema de Compartimentação por Talhões	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> sistema de Apoio a Operações de Combate a Incêndio	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> sistema de Mananciais	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> plano de Redução de Material Combustível	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<b>4.3. Utilização dos sistemas</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Bombeiros	<input type="checkbox"/> Moradores/Usuários	<input type="checkbox"/> Brigadistas	
<input type="checkbox"/> Polícia/Guarda Municipal	<input type="checkbox"/> Populares	<input type="checkbox"/> Não utilizado	
<b>5. ANÁLISE DA FASE ATIVA (COMBATE)</b>			
Nº Ocorrência: 90109425	Código: INCÊNDIO	Data: 27/01/2020	Hora: 18:06:22
<b>5.1. Pessoal empregado</b>		<b>5.2. Uso de EPI</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> BMS <input type="checkbox"/> Moradores	<input type="checkbox"/> Brigadistas	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Qtd Insuficiente
<input type="checkbox"/> BCs/BCPs <input type="checkbox"/> Populares	<input type="checkbox"/> Outros	<input type="checkbox"/> Negligência do combatente	
<b>5.3. Viaturas empregadas:</b> <input checked="" type="checkbox"/> ABTR <input type="checkbox"/> ABT <input type="checkbox"/> AT <input type="checkbox"/> AR <input checked="" type="checkbox"/> ASU <input type="checkbox"/> ATM <input type="checkbox"/> ATP <input type="checkbox"/> Outras <input checked="" type="checkbox"/> Compatível <input type="checkbox"/> Incompatível			
<b>5.4. Número de Bombeiros:</b> 3 <input checked="" type="checkbox"/> Compatível <input type="checkbox"/> Incompatível		<b>5.5. Tempo resposta:</b> 00:20 (Receb. Chamada ao J10) <input checked="" type="checkbox"/> Compatível <input type="checkbox"/> Incompatível	
<b>5.6. Forma de aviso</b>		<b>5.7. Extinção</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Fone 193 <input type="checkbox"/> Verbal	Início: Data: 27/01/2020	Término: Data: 27/01/2020	<input type="checkbox"/> Água
<input type="checkbox"/> Polícia <input type="checkbox"/> Fones diversos	Hora: 18:26	Hora: 19:31	<input type="checkbox"/> PQS <input type="checkbox"/> Terra
<input type="checkbox"/> Outro:			<input checked="" type="checkbox"/> Outros: Abafadores/Batedores

Darlan M. Modolon  
Ten BM Mtcl/934092-0  
CBMSC - Canoinhas/SC



ESTADO DE SANTA CATARINA  
SECRETARIA DE ESTADO DA SEGURANÇA PÚBLICA  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

AUTO DE INVESTIGAÇÃO EM INCÊNDIO E EXPLOÇÃO Nº  
1177/2020/19ºBBM

LAUDO PERICIAL

<b>5.11. Ações táticas</b>			
a) Confirmação/Assunção de Cmdo	<input type="checkbox"/> Posto fixo	<input checked="" type="checkbox"/> Posto móvel	
b) Dimensionamento da cena	<input type="checkbox"/> Antes do combate	<input checked="" type="checkbox"/> Durante o combate	<input type="checkbox"/> Após o combate
c) Gerenciamento de riscos	<input checked="" type="checkbox"/> Isolamento	<input type="checkbox"/> Energia elétrica	
	<input checked="" type="checkbox"/> Proteção de áreas prioritárias	<input checked="" type="checkbox"/> fagulhas	
d) Plano de ação	<input checked="" type="checkbox"/> Mental	<input type="checkbox"/> Estruturado	<input type="checkbox"/> SCO
	<input type="checkbox"/> Aceiros	<input type="checkbox"/> Soprador	<input type="checkbox"/> Contra fogo
	<input type="checkbox"/> kit pick up		
e) Ações Técnicas	<input checked="" type="checkbox"/> Batedores, abafadores e bombas costais	<input type="checkbox"/> Retardante Longa duração	<input type="checkbox"/> Retardante curta duração
	<input type="checkbox"/> Queima em V	<input type="checkbox"/> Queima em flanco	<input type="checkbox"/> Queima em manchas
f) Preservação para perícia	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Em partes
g) Rescaldo	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
h) Finalização (Feed Back)	<input type="checkbox"/> Local do incêndio	<input checked="" type="checkbox"/> Quartel	
<b>5.12. Fonte de abastecimento mais próximo: 6000 metros (manancial [ <input type="checkbox"/> ])</b>			
<b>5.13. Dificuldades encontradas</b>			
<input type="checkbox"/> Efeito insuficiente	<input checked="" type="checkbox"/> Equipamentos insuficientes/inadequados	<input type="checkbox"/> Reidratação insuficiente	
<input type="checkbox"/> Condicionamento físico inadequado	<input type="checkbox"/> Falta de água	<input checked="" type="checkbox"/> Cansaço físico	
<input checked="" type="checkbox"/> Acesso ao local sinistrado	<input type="checkbox"/> Distância do hidrante (manancial) demasiada	<input type="checkbox"/> Falta de apoio de Órg. Públicos/concessionários	
<input type="checkbox"/> Informações iniciais reduzidas	<input type="checkbox"/> Excesso de calor	<input type="checkbox"/> Outros	
<b>5.14. Atividades de apoio:</b>			
a) Abastecimento de [ <input type="checkbox"/> Sim [ <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Viatura	<input type="checkbox"/> Manancial	<input type="checkbox"/> Rede de hidrante
b) Obtenção de aces: [ <input type="checkbox"/> Sim [ <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> manual	<input type="checkbox"/> máquinas	
<b>6. FASE INVESTIGATIVA (PERICIAL)</b>			
<b>6.1. Extensão dos danos</b>		<b>6.2. Exames</b>	
Área total: 5,2342ha		Início: Data: 08/02/20 Término: Data: 08/02/20	
Área atingida: 3,949ha – Percentual: 75,45%		Hora: 08:30 Hora: 12:00	
Salvos: R\$ _____ %	Nº de mortos: 0	Idade:	Possui seguro: [ <input type="checkbox"/> Sim [ <input checked="" type="checkbox"/> Não
Perdas: R\$ _____ %	Nº de feridos: 0	Idade:	Vigência: / / Valor:
Beneficiário:			
<b>Descrição dos prejuízos:</b> O incêndio atingiu cerca de 51,39% da área total da propriedade, as quais predominam os plantios de Pinus eliottii. Há de se verificar os impactos que o referido incêndio no processo de crescimento/desenvolvimento da monocultura.			
<b>Descrição da vegetação salva:</b> O incêndio, por ser predominantemente rasteiro incidiu de maneira mais intensa na serrapilheira do reflorestamento de Pinus eliottii, sendo as partes das copas das árvores pouco afetadas. Entretanto, ressalta-se novamente a necessidade de aferição dos impactos que o referido incêndio possa ter ocasionado no processo de crescimento/desenvolvimento da monocultura.			
<b>Outros bens salvos:</b> Foram protegidas as propriedades vizinhas ao imóvel afetado.			
Responsável pela avaliação/estimativa de valores:			
Salvados: [ <input type="checkbox"/> Proprietário [ <input type="checkbox"/> Bombeiro	Prejuízos: [ <input type="checkbox"/> Proprietário [ <input type="checkbox"/> Bombeiro		
<b>6.4. Zona de origem:</b> Delimitada na ilustração 6		<b>6.5. Foco inicial:</b> determinado na ilustração 9	
<b>6.6. Causa</b>			
<input type="checkbox"/> Humana	<input type="checkbox"/> Humana Indireta	<input type="checkbox"/> Acidental	
<input checked="" type="checkbox"/> Humana Direta	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Indeterminada	
<b>6.7. Subcausa</b>			
<input type="checkbox"/> Descarga atmosférica	<input type="checkbox"/> Mau uso de equipamento	<input checked="" type="checkbox"/> Chama direta ou outra fonte de calor	
<input type="checkbox"/> Choques mecânicos	<input type="checkbox"/> Fenômeno químico	<input type="checkbox"/> Outros	
<input type="checkbox"/> Falha de equipamento	<input type="checkbox"/> Fenômeno biológico		
<b>6.8. Evento Causal</b>			
<input type="checkbox"/> Operações florestais	<input type="checkbox"/> Processos fermentativos	<input type="checkbox"/> Fogos de artifício	
<input type="checkbox"/> Choques mecânicos	<input type="checkbox"/> Raio solar ampliado	<input type="checkbox"/> Atividades culturais	
<input checked="" type="checkbox"/> Manejo agrícola	<input type="checkbox"/> Estradas de ferro	<input type="checkbox"/> Descargas atmosféricas	
<input type="checkbox"/> Combustão espontânea	<input type="checkbox"/> Incêndio em edificação	<input type="checkbox"/> Crianças brincando	
<input type="checkbox"/> Operação de equipamentos	<input type="checkbox"/> Raio Solar direto	<input type="checkbox"/> Outros Indeterminado	
<input type="checkbox"/> Fogueira de acampamento	<input type="checkbox"/> Incendiarismo		
<input type="checkbox"/> Eletricidade estática	<input type="checkbox"/> Reação Química exotérmica		
<input type="checkbox"/> Avarias ou falhas mecânicas	<input type="checkbox"/> Fenômeno Termoeletrico		
<input type="checkbox"/> Fumantes			
<b>6.9. Agente Causal</b>			
<input type="checkbox"/> Isqueiro	<input type="checkbox"/> Chama	<input type="checkbox"/> Centelha	
<input type="checkbox"/> Fosforo	<input type="checkbox"/> Brasas	<input type="checkbox"/> Balão	
<input type="checkbox"/> Vela	<input type="checkbox"/> Efeito lupa	<input checked="" type="checkbox"/> Indeterminado	
<input type="checkbox"/> Fagulha	<input type="checkbox"/> Morteiro	<input type="checkbox"/> Outros:	
<input type="checkbox"/> Cigarro	<input type="checkbox"/> Bombinha		
<b>6.10. Investigação não realizada</b>			
<input type="checkbox"/> Local violado	<input type="checkbox"/> Proprietário impediu a realização dos exames periciais		
<input type="checkbox"/> Outros:			

**Darlan M. Modolon**  
Ten BM Mtd. 934092-0  
CBMSC - Canoinhas/SC



ESTADO DE SANTA CATARINA  
SECRETARIA DE ESTADO DA SEGURANÇA PÚBLICA  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

AUTO DE INVESTIGAÇÃO EM INCÊNDIO E EXPLOÇÃO  
1177/2020/9ºBBM

LAUDO PERICIAL

#### 7. CONSIDERAÇÕES – FASE PASSIVA (somente se reflorestamento)

a) **Funcionamento e eficiência do sistema:** A propriedade não possuía nenhum sistema preventivo tendo em vista a revogação da IN-26 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina que tratava especificamente de áreas de Matas Nativas e de Reflorestamento.

b) **Sugestões para alteração de exigências:** retorno da adoção de nova instrução normativa que trate especificamente de áreas de Matas Nativas e de Reflorestamento.

#### 8. CONSIDERAÇÕES - FASE ATIVA

a) **Análise do combate** (pontos positivos e negativos, eficiência)

Durante o combate foram empregados 03 bombeiros (militares, civis e comunitários). Os recursos empregados foram: abafadores/batedores próprios para incêndio florestal.

A maior dificuldade encontrada no combate foi o acesso a algumas áreas onde o incêndio atingiu, principalmente a vegetação que se localiza longe das estradas e vias de acesso. Além disso, a prolongada falta de chuva gerou uma situação de estiagem, deixando a vegetação seca, o que facilitou a propagação do incêndio. No mais, a intensidade dos ventos gerados pelo próprio incêndio, tendo em vista o aquecimento e consequente deslocamento de massas de ar devido ao forte calor, em alguns períodos, aumentaram a velocidade de propagação do incêndio, atingindo grande dimensão em pouco tempo.

b) **Sugestões:**

A implementação e manutenção dos aceiros, apesar de não previsto em normativa, constituiriam talhões devidamente isolados configurando uma alternativa de acesso por meio de viaturas às áreas mais distantes das vias de acesso à propriedade.

#### 9. CONSIDERAÇÕES FASE INVESTIGATIVA (fundamentação teórica com imagens e descrição das motivações das conclusões)

##### 9.1. Zona de origem:

Para a determinação dos fatores e circunstâncias que proporcionaram o surgimento do sinistro de incêndio foram realizados os seguintes exames de campo: inspeção visual das áreas adjacentes; inspeção visual das áreas atingidas; averiguação de focos de incêndio; estudo das dinâmicas do incêndio (CBMDF, 2010).

Inspeção visual das áreas atingidas: Foi verificado que o incêndio afetou a propriedade vizinha ao terreno atingido;

Estudo das dinâmicas do incêndio: Foi realizado em campo e levou em consideração as marcas de combustão, sentido de propagação e a compartimentação do terreno.

Investigações de incêndio delimitam primeiramente a zona de origem do incêndio para, a partir daí, determinar o foco do incêndio. Por isso mesmo, o investigador deve analisar a cena do incêndio, primeiramente, de forma macro, o mais externo possível para somente após iniciar o trabalho de delimitação da zona de origem e, posteriormente, do foco do incêndio. (A Segurança Contra Incêndio no Brasil/2008, pág 338).

A zona de origem é a delimitação da menor área do bem sinistrado onde se iniciou o incêndio (CBMDF, 2009).

A zona de origem do sinistro é o ambiente onde ocorreram as fases iniciais do incêndio, a saber: eclosão (princípio do incêndio) incubação (estado em que as massas de calor provenientes do princípio do incêndio promovem a decomposição térmica dos elementos inflamáveis no interior da zona de origem); deflagração (incêndio propriamente dito no interior da zona de origem) e propagação (incêndio atinge outras áreas alheias a zona de origem) (CBMDF, 2010).

A identificação da zona de origem é dada a partir de um procedimento metodológico que consiste na execução do exame das dinâmicas do incêndio, que incidiram no bem sinistrado.

A ocorrência se estendeu entre as 18:06h do dia 27/01/2020 até aproximadamente 19:50h do mesmo dia, atingindo uma área de aproximadamente 3,949ha (Ilustração 2).

O incêndio variou em intensidade e velocidade de propagação ao longo da ocorrência, em função das mudanças de velocidade e direção do vento decorrentes do próprio incêndio (deslocamentos de massas de ar que surgem dentro do próprio incêndio em função do gradiente de temperatura). Além disso, os focos de incêndio, quando ocorrem nos plantios exóticos, se comportam de forma rasteira (fogo baixo) sem danos maiores às árvores de pinus senis. Entretanto, estes focos de incêndio têm uma característica peculiar em função da serapilheira de acículas secas. Após o primeiro combate, eles queimam por baixo, continuam queimando às vezes por existência de alguma brasa e com qualquer brisa acabam reavivando o incêndio. Esta situação é mais grave na ausência de chuva, quando os focos de incêndio acabam reavivando após o combate inicial.

São observados os seguintes aspectos (CBMDF, 2009):

Marcas de decomposição térmica, combustão completa e incompleta (matéria parcialmente carbonizada e partículas provenientes da fumaça) em superfície e profundidade: No local, foram realizados exames na vegetação no intuito de verificar o sentido de propagação das chamas, sendo analisadas as marcas deixadas pela combustão. As imagens captadas demonstram a presença de múltiplos focos, marginalmente à área principal afetada. Logo é inviável crer que um único foco tenha se alastrado em direção contrária ao vento, dando início a tantas concentrações de chamas em tão pouco tempo.

Deformidades/deslocamentos/colapsos (parciais e totais) em elementos e componentes do incêndio, os quais tenham sido submetidos às elevadas taxas de energias caloríficas que foram liberadas no transcorrer do sinistro:

a) Congelamento de galhos: Foi verificado o padrão de "congelamento de galhos", conforme Ilustração 3. Estas marcas deixadas na vegetação indicam o sentido de propagação das chamas, sendo que os galhos que restam apontam para a direção do vento (ou seja, apontam na direção contrária ao foco inicial), sendo condizentes também com a direção do vento no horário em que o incêndio iniciou.

b) Marcas de combustão nas árvores: Nas árvores mais grossas, foram verificadas marcas de combustão que condizem com a direção do vento no horário em que o incêndio iniciou. As faces das árvores expostas ao vento foram encontradas mais limpas e sem sinais de queima, enquanto as faces opostas apresentam queima expressiva e deposição de fuligens, apresentando claramente a ocorrência de vórtices de recirculação de ar ocasionados pela ação do vento (Ilustração 4).

c) Talos de vegetação baixa: A presença de vegetação mais baixa e o padrão de queima encontrado sinalizam que o vento era moderado a intenso na hora do incêndio, o que favoreceu sua queima por completo, indicativo de que esta vegetação foi queimada com o fogo se aproximando devido à ação do vento (Ilustração 5). O local delimitado pela perícia como zona de origem é o terreno adjacente à propriedade Sítio Santo Antônio conforme ilustração 6 em anexo.

##### 9.2. Foco inicial:

O mais importante passo na perícia de incêndio é a localização do foco de fogo, ou seja, o lugar onde o incêndio eclodiu, vez que pode revelar a causa do sinistro, o agente ígneo iniciador da combustão e outros aspectos técnicos e tipificadores da natureza do evento. (Incêndios e Explosivos/ 2010, pág 158).

O foco inicial é o ambiente no interior da zona de origem onde ocorreu a primeira fase do incêndio, ou seja, a eclosão (CBMDF, 2010).

O objetivo de determinar a origem de um incêndio é identificar o ponto geográfico exato de onde iniciou. Uma vez que se há determinado esta área, com base nas marcas produzidas pelo movimento do calor, das chamas e da fumaça, poderá se identificar o lugar específico da origem.

O ponto exato é a fonte de calor que arde o primeiro combustível, e se denominará o ponto de origem. (NFPA 921/Trad. 2014, pág 392).

Para se definir o surgimento do presente sinistro de incêndio, preliminarmente foram tomadas as seguintes ações: inspeção visual das áreas atingidas no terreno, averiguação de focos de incêndio, averiguação das marcas de combustão (CBMDF, 2010).

O local delimitado pela perícia como do foco inicial foram pontos encontrados terreno adjacente à propriedade Sítio Santo Antônio (Ilustração 7) e outro próximo à porção norte do referido sítio (Ilustração 8). Tratam-se de porções de queima não contíguas, em áreas de pastagem principalmente nas trilhas e estradas que as margeiam (Ilustração 9). Além disso, notasse a presença de marcas características de aceiros na propriedade vizinha realizadas por equipamentos agrícola que circundava a região onde se localizavam os focos iniciais (Ilustrações 10 e 11).

##### 9.3. Surgimento e propagação do incêndio (Marcas de combustão e sentido de propagação das chamas, propagação do fogo, calor e fumaça, fenômenos do incêndio)

A existência de múltiplos focos sugere uma ação humana direta como causa do incêndio que é corroborado pelos depoimentos de testemunhas. Além disso, o avanço de maior velocidade do incêndio florestal impellido pela disponibilidade de material combustível na direção do Sítio Santo Antônio, conjugado aos efeitos de convecção e radiação das chamas sobre o material combustível. Na frente do incêndio florestal o vento intensifica a convecção, a radiação e a condução – formas de propagação do incêndio – causando preaquecimento e desidratação nos materiais combustíveis, adiante das chamas, aumentando, portanto, sua velocidade de propagação. Foi principalmente, num primeiro momento, devido a convecção (o processo de transmissão de calor através do ar por efeito do movimento ascendente das camadas de ar aquecido) que proporcionou a propagação do incêndio sendo as marcas de congelamentos de galhos, de combustão das árvores e os talos de vegetação baixas (Ilustrações 3, 4 e 5), sendo estes indicadores claros do sentido de propagação do incêndio oriundos do terreno vizinho ao Sítio Santo Antônio, vindo o incêndio a propagar-se sobre este.

##### 9.4. Exclusão de possibilidades:

Darian M. Modolo  
Ten BM Mtd. 934092-0  
CBMSC - Canoas/SC

- Descarga atmosférica: A hipótese de o incêndio ter iniciado em função de uma descarga atmosférica foi descartada em virtude de as condições meteorológicas estarem desfavoráveis para este tipo de evento no período inicial a ocorrência.
  - Fenômeno termoeletrico: não foi encontrado nenhum vestígio que indicasse que o incêndio iniciou por conta de um fenômeno termoeletrico, sendo esta hipótese descartada.
  - Fenômeno químico: tendo em vista não ter sido encontrados vestígios ou indícios de substâncias que possam se relacionar a este evento.
  - Combustão espontânea: Esta hipótese foi descartada devido à ausência de elementos no local da ocorrência que fossem capazes de dar início a este tipo de combustão.
- A perícia, após uma análise na propriedade atingida pelas chamas e entorno, verificou que: ocorreu ao menos 02 focos iniciais. Como houve uma queima e consequente destruição generalizada do material combustível do local não foi possível determinar o agente ígneo causal.

#### 9.5. Exames complementares:

Não foi necessário a realização de exames complementares.

#### 9.6. Definição da causa, subcausa, evento causal e agente causal (Vestígios e indícios)

A ausência de qualquer elemento que permita indicar que o incêndio teve causa natural ou acidental leva à conclusão de que teve causa humana, restando determinar se é direta ou indireta, os quais faz-se o seguinte levantamento:

Devido a existência de múltiplos focos no incêndio (Ilustrações 7, 8 e 9), combinado ao fato de que, dada as marcas características de aceiros na propriedade vizinha (Ilustrações 10 e 11), locais estes onde se localizavam os focos iniciais), corroborado com o depoimento de testemunhas (conforme comunicação de ocorrência policial nº 0085023/2020-BOCOP-02367.2020.0000014 anexo) as quais relatam a intenção do incendiário de realizar a queimada com o intuito de efetuar limpeza de terreno;

Os indícios encontrados tanto na origem do incêndio quanto nas áreas adjacentes à origem e na área incendiada evidenciam intencionalidade em causar incêndio na área objeto deste laudo pericial, portanto, o incêndio ocorrido no Sítio Santo Antônio, localizado nas Coordenadas Geográficas do Centróide do Imóvel Rural: Latitude: 26°22'54,07" S Longitude: 50°17'52,45", município de Major Vieira/SC, em 27/01/2020 às 18:06h foi causado por Ação Humana Direta, com subcausa Chama Direta e evento causal Manejo Agrícola.

#### 10. SUGESTÕES PARA FASE PREVENTIVA (NORMATIVA)

Sem sugestões.

#### 11. CONCLUSÃO

De acordo com a investigação realizada, conclui-se que o incêndio teve causa humana direta, subcausa chama direta ou outra fonte de calor, evento causal manejo agrícola e agente causal indeterminado.

#### 12. ANEXOS

I. Ilustrações; II. Boletim de ocorrência da Polícia Civil; III. Certidão da ocorrência atendida pelo CBMSC; IV. Recibo de inscrição do imóvel rural no CAR

Canoinhas, 11 de março de 2020

Darlan Margotti Modolon  
Perito em Incêndio e Explosão  
Darlan M. Modolon  
Ten BM Mtd 934092-0  
CBMSC - Canoinhas/SC



**Ilustração 1** – Imagem área do Sítio Santo Antônio, local do sinistro.



**Ilustração 2** – Área afetada pelo incêndio (Totalizando 3,949ha com um perímetro total de 981,72m).

Darlan M. Modolon  
Ten BM Mtdl 934092-0  
CBMSC – Canoinhas/SC



**Ilustração 3** – Congelamento de galhos indicando sentido de propagação do incêndio.



**Ilustração 4** – Marcas de combustão nas árvores, onde as faces das árvores mais limpas e sem sinais de queima, indicam de onde se desloca o incêndio tendo em vista que as faces opostas apresentam queima expressiva e deposição de fuligens, apresentando claramente a ocorrência de vórtices de recirculação de ar ocasionados pela ação do vento.

Darian M. Modolon  
Ten BM Mtr/934092-0  
CBMSC - Cahoinhas/SC



**Ilustração 5** - Talos de vegetação baixa indicando que esta vegetação foi queimada com o fogo se aproximando devido à ação do vento de uma determinada direção.



**Ilustração 6** – Fotografia indicando a zona de origem do incêndio.



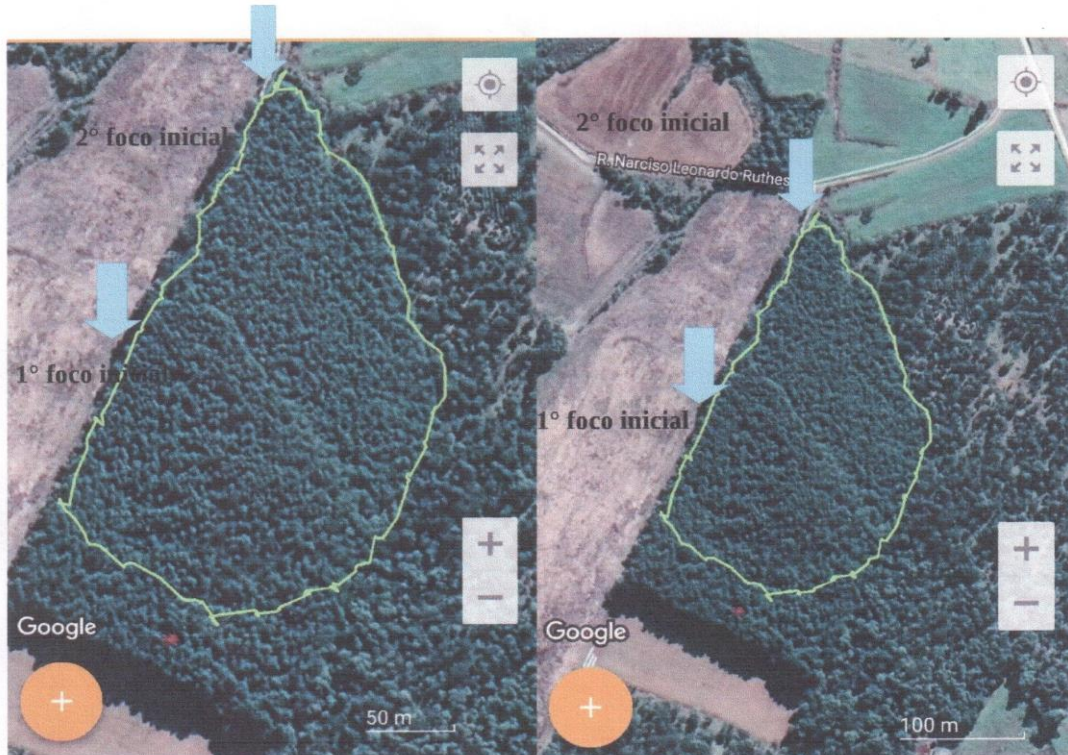
**Ilustração 7** – Primeiro foco inicial encontrado.



**Ilustração 8** - Segundo foco inicial encontrado.

**Darian M. Modolon**  
Ten BM/Mtci 934092-0  
CBMSC - Candinhas/SC





**Ilustração 9** – Posição dos focos iniciais em relação ao local do sinistro.



**Ilustração 10** - marcas características de aceiros na propriedade vizinha realizadas por equipamentos agrícola que circundava a região onde se localizavam os focos iniciais

**Darlan M. Modolón**  
 Ter. BM Mtcl 934092-0  
 CBMSC - Canoinhas/SC



**Ilustração 11** - marcas características de aceiros na propriedade vizinha realizadas por equipamentos agrícola que circundava a região onde se localizavam os focos iniciais.

  
**Darlan M. Modolon**  
Ten-EM Mtdl 934092-0  
CBMSC - Canoinhas/SC