

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR
ACADEMIA BOMBEIRO MILITAR**

GUILHERME FURTADO DE FARIAS

**ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS SOPRADORES DE FOLHAS NO
COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL EM VEGETAÇÃO RASTEIRA PELO
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA**

**FLORIANÓPOLIS
2019**

Guilherme Furtado de Farias

Estudo sobre a utilização dos sopradores de folhas no combate a incêndio florestal em vegetação rasteira pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Linha de Pesquisa: Combate a incêndio florestal, de acordo com a IG 40-01 CBMSC.

Orientador (a): Major BM Zevir Anibal Cipriano Júnior

**Florianópolis
2019**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor com orientações da Biblioteca CBMSC

Farias, Guilherme Furtado de

Estudo sobre a utilização dos sopradores de folhas no combate a incêndio florestal em vegetação rasteira pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. / Guilherme Furtado de Farias. -- Florianópolis : CEBM, 2019.

78 p.

Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Curso de Formação de Oficiais, 2019.

Orientador: Major BM Zevir Anibal Cipriano Júnior, Me.

1. Incêndio Florestal. 2. Combate direto. 3. Soprador de folhas. I. Cipriano Júnior, Zevir Anibal. II. Título.

GUILHERME FURTADO DE FARIAS

**ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS SOPRADORES DE FOLHAS NO
COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL EM VEGETAÇÃO RASTEIRA PELO
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA**

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Banca Examinadora:

Orientador(a):

Me. Zevir Anibal Cipriano Júnior
Major BM
CBMSC

Membros:

Me. Walter Parizotto
Tenente Coronel BM
CBMSC

Esp. Alan Delei Cielusinsky
Capitão BM
CBMSC

Florianópolis, 04 de novembro de 2019

Dedico este trabalho a Deus, companheiro inseparável; a minha esposa Priscila, por seu amor, afeto, carinho, dedicação, compreensão e apoio em todos os momentos; aos meus pais, pelo incentivo e torcida dispensados a mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, pelo apoio incondicional desde a infância, que não pouparam esforços para me oferecer uma educação de qualidade, os quais foram fundamentais na realização desta conquista.

Aos meus colegas e amigos, pelos bons momentos proporcionados durante estes anos de convivência.

Ao meu orientador, Major BM Zevir Anibal Cipriano Júnior, pelo conhecimento e experiência transmitidos durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço especialmente à minha esposa Priscila, que com muito amor sempre acreditou em mim e sempre me ofereceu o carinho e apoio nos momentos mais difíceis desta trajetória.

“Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver.”

(Dalai Lama)

RESUMO

O presente trabalho faz um estudo sobre a utilização dos sopradores de folhas no combate a incêndio florestal pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Dentre os equipamentos fabricados, pelas diversas empresas, encontram-se modelos manuais e costais, sendo os costais os mais indicados para o combate. Para obtenção dos dados foram consultadas diversas publicações nacionais e internacionais, doutrinas de combate a incêndio florestal de outras corporações bombeiro militar. Tal pesquisa possibilitou avaliar seu desempenho em relação ao tempo de combate, ao tipo de vegetação em chamas, ao desgaste físico proporcionado ao operador, além da melhor combinação deste com os demais materiais de extinção de fogo. Por fim, é possível concluir que o equipamento soprador de folhas se mostrou deveras eficiente quando utilizado para combater incêndio em vegetação rasteira leve e folhagens, o que é de grande valia para o CBMSC.

Palavras-chave: Soprador de folhas. Combate direto. Incêndio Florestal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Tetraedro do fogo..... | 19 |
| Figura 2 - Cobertura vegetal na Área de aplicação da Lei da Mata Atlântica..... | 25 |
| Figura 3 - Partes do incêndio florestal..... | 28 |
| Figura 4 - Ilustração incêndio florestal superficial..... | 29 |
| Figura 5 - Ilustração incêndio florestal de copa..... | 30 |
| Figura 6 - Ilustração incêndio florestal subterrâneo..... | 31 |
| Figura 7 - Quadro comparativo do total de focos ativos detectados pelo satélite de referência em cada mês, no período de 1998 até 13/10/2019..... | 32 |
| Figura 8 - Abafador 3mm..... | 40 |
| Figura 9 - Bomba Costal Anti-incêndio - S4 20l – Rígida - Frente..... | 41 |
| Figura 10 - Bomba Costal Anti-incêndio - S4 20l - Rígida - Costas..... | 41 |
| Figura 11 - Mochila Flexível Anti-incêndio 21l - Frente..... | 42 |
| Figura 12 - Mochila Flexível Anti-incêndio 21l - Costas..... | 42 |
| Figura 13 - Soprador Manual – Modelo STIHL BG 56..... | 43 |
| Figura 14 - Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600..... | 43 |
| Figura 15 - Peças importantes do Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600..... | 45 |
| Figura 16 - Tempos constatados por Santana e Moura durante os testes..... | 58 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Comparação entre os sopradores Stihl BR 600 e Husqvarna 570BTS..... | 47 |
| Tabela 2 - Ocorrências E-193 utilizando o soprador de folhas no combate a incêndio florestal | 62 |

LISTA DE SIGLAS

ABTF – Auto Bomba Tanque Florestal

ABTR – Auto Bomba Tanque Resgate

ANOVA – Análise de Variância

ASU – Auto Socorro Urgência

BBM – Batalhão de Bombeiro Militar

BOA – Batalhão de Operações Aéreas

CBMCE – Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará

CBMGO – Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás

CBMMG – Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

CBMMS – Corpo de Bombeiros Militar Mato Grosso do Sul

CBMPR – Corpo de Bombeiros Militar do Paraná

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

CBMTO – Corpo de Bombeiros Militar do Tocantins

CPCIF – Curso de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal

EPI – Equipamento de Proteção Individual

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IFB – Instituto Brasileiro de Florestas

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

UFT – Universidade Estadual do Tocantins

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 PROBLEMA..... | 14 |
| 1.2 HIPÓTESE..... | 15 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.3.1 Objetivo geral..... | 15 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 16 |
| 1.4 JUSTIFICATIVA..... | 16 |
| 1.5 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA..... | 17 |
| 2 INCÊNDIO FLORESTAL..... | 19 |
| 2.1 O TETRAEDRO DO FOGO..... | 19 |
| 2.1.1 Calor..... | 19 |
| 2.1.2 Combustível..... | 20 |
| 2.1.3 Comburente..... | 20 |
| 2.1.4 Reação em cadeia..... | 20 |
| 2.2 CONCEITO DE INCÊNDIO FLORESTAL..... | 21 |
| 2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A PROPAGAÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS | 21 |
| 2.3.1 Combustível florestal..... | 21 |
| 2.3.1.1 Classificação e Caracterização do Bioma Catarinense..... | 23 |
| 2.3.2 Tipos de florestas..... | 26 |
| 2.3.3 Topografia..... | 26 |
| 2.3.3 Condições climáticas..... | 27 |
| 2.4 PARTES DE UM INCÊNDIO..... | 27 |
| 2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS..... | 28 |
| 2.5.1 Incêndios Superficiais..... | 29 |
| 2.5.2 Incêndios de Copa..... | 29 |
| 2.5.3 Incêndios Subterrâneos..... | 30 |
| 2.6 CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS..... | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7 DOS FOCOS DE INCÊNDIOS EM SANTA CATARINA OBSERVADOS PELO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)..... | 32 |
| 2.8 LEGISLAÇÕES ATINENTES À PROTEÇÃO FLORESTAL..... | 33 |
| 2.9 MÉTODOS DE COMBATE..... | 34 |
| 2.9.1 Método direto..... | 34 |
| 2.9.1.1 Técnica de combate direto a incêndio florestal em vegetação rasteira atualmente adotada pelo CBMSC..... | 34 |
| 2.9.2 Método paralelo..... | 36 |
| 2.9.3 Método indireto..... | 36 |
| 3 DAS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS..... | 39 |
| 3.1 ABAFADOR..... | 40 |
| 3.2 BOMBA COSTAL (EXTINTOR COSTAL)..... | 41 |
| 3.3 O EQUIPAMENTO SOPRADOR DE FOLHAS..... | 42 |
| 3.3.1 Origem do soprador de folhas..... | 42 |
| 3.3.2 Conhecendo o equipamento soprador de folhas..... | 43 |
| 3.3.3 Detalhes e cuidados em relação ao equipamento Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600..... | 44 |
| 3.3.4 Comparação entre os sopradores das marcas STIHL e HUSQVARNA..... | 47 |
| 3.3.5 Da utilização do soprador no combate direto a incêndio florestal..... | 47 |
| 3.4 DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS E TESTES PRÁTICOS REALIZADOS UTILIZANDO O SOPRADOR..... | 52 |
| 3.4.1 Dos testes realizados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná (CBMPR)..... | 52 |
| 3.4.1.1 Do material e método..... | 53 |
| 3.4.1.2 Dos resultados obtidos..... | 54 |
| 3.4.1.3 Das conclusões obtidas..... | 55 |
| 3.4.2 Dos testes realizados pelo Corpo De Bombeiros Militar do Tocantins (CBMTO)..... | 55 |
| 3.4.2.1 Dos materiais e métodos..... | 56 |
| 3.4.2.2 Dos resultados obtidos..... | 57 |
| 3.4.2.3 Das conclusões obtidas..... | 59 |
| 3.5 DA PEQUISA REALIZADA PELO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS (CBMGO)..... | 59 |

| | |
|--|-----------|
| 3.6 DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS UTILIZANDO O SOPRADOR ATENDIDAS PELO CBMSC..... | 61 |
| 4 DISCUSSÃO..... | 65 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 69 |
| REFERÊNCIAS..... | 73 |

1 INTRODUÇÃO

Inicialmente antes de se adentrar profundamente no assunto, tema do presente trabalho, deve-se distinguir fogo florestal de incêndio florestal. Nas palavras de Carlos Ferreira de Castro fogo florestal pode ser definido pela combustão controlada de materiais combustíveis existentes nas áreas florestais, tem-se como exemplos os fogos controlados e as queimadas rurais destinados a reduzir o volume do combustível (mato). Enquanto que, incêndio florestal seria definido como a combustão, sem controle no espaço e no tempo, dos materiais combustíveis existentes nas áreas florestais (CASTRO; SERRA; PAROLA; REIS; LOURENÇO; CORREIA, 2003).

As queimadas, em conjunto com incêndios florestais, originados tanto pela ação humana, quanto por fenômenos naturais, estão cada vez mais prolongados e comuns devido à mudanças climáticas. Apresentam-se como uma grande ameaça à população (perigo à vida, problemas de ordem respiratória, alergias, intoxicações, desordens cardiovasculares e nervosa), ao meio ambiente (fauna, flora, poluição, erosão do solo, assoreamento de cursos de água), bem como ao patrimônio (florestais produtivos, cercas e outras benfeitorias, queda na produtividade agrícola, comprometimento da segurança e funcionamento de transporte aéreo e rodoviário, fechamento de escolas, interrupções do abastecimento de água e energia). Em períodos de seca e com ventos mais constantes, o perigo se torna ainda maior.

Com fito de monitorar os focos de queimadas e de incêndios florestais o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) implementou o Programa Queimadas, os quais são detectados por satélites. Em seu banco de dados estão registrados todos os focos de incêndio constatados no Estado de Santa Catarina no ano de 2018, totalizando 1.417 (mil, quatrocentos e dezessete) (INPE, 2019).

Habitualmente o combate a incêndios florestais em vegetação rasteira é realizado com o uso do abafador combinado com a utilização de bombas costais, que cessam a propagação do fogo pelo seu abafamento.

No entanto, novas alternativas para conter as chamas em vegetação rasteira vêm surgindo, neste trabalho será abordado em especial, o uso do equipamento soprador de folhas, originalmente criado para fins de jardinagem. A técnica consiste na utilização de um jato de ar em alta velocidade sobre a linha de fogo.

Algumas comparações entre as duas técnicas serão apresentadas como de que maneira ocorre a extinção do fogo, a eficácia de cada uma delas, bem como o desgaste físico do operador.

Desta forma, e tendo em vista que a Constituição do Estado de Santa Catarina estabeleceu em seu art. 108, inciso I que o Corpo de Bombeiros Militar é o responsável pela realização dos serviços de prevenção e combate a incêndios, deve esta instituição buscar constantemente novas técnicas para o seu combate e extinção (SANTA CATARINA, 1989).

Assim, a utilização de novas tecnologias para o combate deste tipo de incêndio se torna sobremaneira essencial, na medida em que busca uma resposta mais rápida e menos prejudicial ao meio ambiente, ao patrimônio e a população.

1.1 PROBLEMA

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) adotou como técnica para combate direto a incêndios florestais em vegetação rasteira a utilização dos seguintes meios: I) água; II) terra; III) abafadores; IV) bombas costais; V) outros agentes extintores. Nas ocorrências em vegetação de combustível leve, o CBMSC recomenda a utilização de uma ou duas bombas costais em conjunto com três ou quatro abafadores (CBMSC, 2017).

Em seu artigo científico Santana e Moura (2017) expõem que: “As técnicas de combate direto apresentam algumas limitações em relação à sua aplicação, seja a necessidade de aproximação do combatente às chamas e até mesmo o grande tempo de atuação, ambos os problemas irão causar um grande desgaste físico, dificultando muito a eficiência e o rápido controle”.

Tendo em vista, o crescente número deste tipo de ocorrência no Estado de Santa Catarina se faz necessário buscar novas tecnologias e técnicas para combatê-las, o que conseqüentemente acarretará uma resposta mais rápida, menos prejudicial ao meio ambiente, ao patrimônio e a população, e que reduza o desgaste físico dos combatentes.

Visando a excelência dos serviços prestados pelo CBMSC, uma técnica alternativa poderia ser adotada no combate direto a incêndio florestal em vegetação rasteira, qual seja, a utilização do equipamento soprador de folhas.

Referido instrumento possui como função primária a varrição de folhas, de modo que o operador direciona o jato de ar para agrupá-las em determinado local no pátio.

No aspecto, cumpre destacar que determinados maquinários, inicialmente desenvolvidos e utilizados para uma técnica específica, podem e devem ser manuseados igualmente para auxiliar no trabalho do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, especialmente quando seu emprego consiste em equipamento eficaz no combate a incêndio em vegetação rasteira.

No combate a incêndio florestal o operador utilizaria mencionada técnica projetando um jato de ar em alta velocidade sobre a linha de fogo, afastando para o interior da área queimada os combustíveis que manteriam a reação em cadeia da queima.

Isto posto, a utilização do equipamento soprador de folhas poderia contribuir sobremaneira no combate a incêndios florestais em vegetação rasteira pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina?

1.2 HIPÓTESE

A utilização do equipamento soprador de folhas se mostra como uma técnica alternativa de combate direto a incêndios florestais. Partindo do referido pressuposto, apresenta-se a hipótese levantada ao deslinde do presente trabalho:

Hipótese – A aplicação de técnica alternativa, por meio da utilização de sopradores de ar, mostra-se eficaz no combate direto a incêndio florestal (na modalidade de vegetação classificada como leve e de baixa altura), inclusive em substituição do uso de abafadores.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a eficácia do emprego do equipamento soprador de folhas no combate a incêndios florestais em vegetação rasteira pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

1.3.2 Objetivos específicos

a) Apresentar a técnica de combate direto a incêndio florestal em vegetação rasteira adotada e doutrinada atualmente pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

b) Apresentar os principais componentes e detalhes do equipamento soprador de folhas, como peso, capacidade do tanque, vazão, velocidade do jato de ar.

c) Apresentar os pontos relevantes da utilização do equipamento soprador de folhas no combate a incêndio florestal.

1.4 JUSTIFICATIVA

Considerando o alto índice de incêndio florestais constatado no Estado de Santa Catarina é essencial perseguir novas técnicas e tecnologias para enfrentá-los. Nesse sentido, a Constituição do Estado de Santa Catarina prevê em seu art. 108, inciso I que o Corpo de Bombeiros Militar é o órgão responsável pelos serviços de prevenção e combate a incêndios, assim, é dever desta instituição buscar ininterruptamente novas técnicas para o seu combate e extinção (SANTA CATARINA, 1989).

A técnica recomendada pelo CBMSC para combate direto a incêndios florestais em vegetação rasteira consiste na utilização de uma ou duas bombas costais em conjunto com três ou quatro abafadores (CBMSC, 2017).

Uma nova técnica vem surgido, qual seja a utilização de sopradores de folhas, técnica na qual é usado um jato de ar em alta velocidade sobre a linha de fogo. No entanto, algumas questões devem ser verificada, tais como o desgaste físico do operador ao utilizar a técnica anteriormente descrita, rapidez na cessação das chamas, comodidade do equipamento.

Tendo em vista a necessidade de utilização de técnicas mais eficazes e facilitadoras do trabalho dos bombeiros militares – que tem como missão e visão institucional a proteção e resguardo da vida, do patrimônio e do meio ambiente –, têm-se que o assunto abordado é de suma importância (CBMSC, 2018). É indispensável que se busque novas técnicas de combate a incêndio florestal, o que conseqüentemente reduzirá o tempo de combate e simultaneamente minimizará os danos ocasionados pelo incêndio.

1.5 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Com o fito de alcançar às conclusões que se buscam, tendo em vista os objetivos expostos e, considerando a hipótese apresentada, serão utilizados métodos e técnicas de pesquisas para tal finalidade.

O método utilizado no estudo será o dedutivo, visto que este tem o propósito de, partindo de um fato geral e conhecido, subdividi-lo e explicitar o conteúdo de suas premissas (BLOGOSLAWSKI; FACHINI; FÁVERI, 2008).

A pesquisa ainda pode ser classificada de acordo com os seguintes critérios: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto à forma de abordagem do problema, esta será a qualitativa, pois “preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). O trabalho pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa tendo em vista que a proposta deste foi avaliar o emprego do equipamento soprador de folhas no combate a incêndios florestais em vegetação rasteira pelo CBMSC.

No que tange à natureza, esta será a aplicada, uma vez que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Visto que o presente trabalho foi voltado para a geração de conhecimentos e solução de problemas no combate direto a incêndios florestais em vegetação rasteira, pode-se classificar a pesquisa como aplicada.

Em relação aos objetivos, tem-se uma pesquisa exploratória e explicativa. Uma pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Enquanto, a pesquisa explicativa explica o porquê das coisas através dos resultados oferecidos (GIL, 2007). Desta maneira, este trabalho pode ser classificado quanto aos objetivos em exploratório e explicativo, já que demonstra a utilização do equipamento soprador de folhas no combate direto a incêndios florestais em vegetação rasteira, avaliando seu emprego e aplicabilidade ao CBMSC.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa será bibliográfica, sendo aquela que é realizada a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, permitindo ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. A pesquisa também será documental, sendo

aquela que recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão (FONSECA, 2002). Diante dessas definições, constata-se que este trabalho se baseou na busca de informações sobre a utilização do equipamento soprador de folhas no combate direto a incêndios florestais em vegetação rasteira, as quais podem ser encontradas em diversas fontes, tanto bibliográficas quanto documentais.

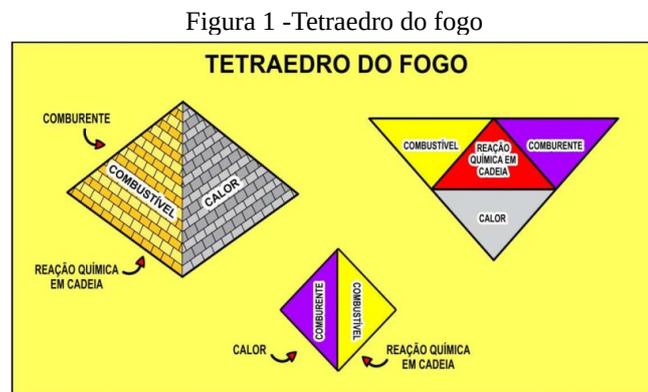
As principais fontes encontradas e utilizadas foram o Manual de Instruções do equipamento Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600, detalhado na seção 3.3.3; diversos relatos e reportagens, explorados na seção 3.3.5; e principalmente, artigos científicos, em especial o artigo “Ciência e tecnologia em combate a incêndios: emprego do aparelho soprador no combate a incêndio florestal”, elaborado pelo Major BM Rogério Lima de Araújo e pelo Sargento BM Almir Pereira Gonçalves, do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná, apresentado no Seminário Nacional de Bombeiros de 2016, o artigo “Incêndios florestais: o estudo avalia a utilização e eficácia do equipamento tipo “soprador de folhas” no combate às chamas”, elaborado pelo Major BM Thiago Franco Santana e pelo Capitão BM Wellington de Souza Moura, do Corpo de Bombeiros Militar de Tocantins, publicado em 2017, bem como o artigo “A viabilidade do uso do soprador para combate a incêndio em vegetação rasteira pelo CBMGO”, elaborado pela Cadete BM Beatriz Oliveira Castelli de Albuquerque, publicado em 2017.

Ainda, foram pesquisados junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) as ocorrências de queimadas em vegetação no Estado de Santa Catarina, descritos na seção 2.7; além disso, também foi possível obter dados do sistema E-193 do CBMSC, sobre a utilização do equipamento soprador em ocorrências atendidas pelo CBMSC, dados apresentados na seção 3.6.

2 INCÊNDIO FLORESTAL

2.1 O TETRAEDRO DO FOGO

O fogo é resultado de uma reação química (combustão) entre um combustível e um comburente, geralmente o oxigênio, que terá início caso exista energia suficiente para desencadear essa reação. Juntamente a estes três elementos (combustível, comburente e energia de ativação), necessário para que se inicie a combustão e que constituem o triângulo do fogo, é preciso um quarto elemento – a reação em cadeia – a qual permite a manutenção e o desenvolvimento de uma combustão com presença de chamas e que integra o tetraedro do fogo (CASTRO; SERRA; PAROLA; REIS; LOURENÇO; CORREIA, 2003).



Fonte: CBMSC (2017)

2.1.1 Calor

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) define calor como “a fonte de energia que dá início ao fogo, que o mantém e proporciona sua propagação” (ICMBIO, 2010).

Corroborando o CBMSC (2017) expõe que “o calor é o componente energético do tetraedro do fogo. O calor é uma forma de energia que eleva a temperatura e é gerado através da transformação de outra energia, através de processos físicos ou químicos”.

2.1.2 Combustível

O CBMSC (2017) definiu que “combustível é o material ou substância que se oxida ou arde no processo da combustão. De forma simplificada, podemos dizer que o combustível é toda a substância capaz de queimar-se e alimentar a combustão, ou seja, é o elemento que serve de campo de propagação ao fogo”.

No mesmo sentido o ICMBIO (2010) o definiu como sendo “tudo aquilo que está sujeito a se incendiar, tais como: papel, madeira, estopa, gasolina, álcool, metano, hidrogênio, acetileno e outros”.

2.1.3 Comburente

A definição do CBMSC (2017) é a seguinte:

É o elemento que possibilita vida às chamas e intensifica a combustão, sendo mais comum o oxigênio.

Os agentes oxidantes são aquelas substâncias que cedem oxigênio ou outros gases oxidantes durante o curso de uma reação química. Os oxidantes não são combustíveis em si, mas fazem com que se produza uma combustão quando combinados com materiais combustíveis.

O ICMBIO (2010) destaca que o oxigênio, o qual está presente no ar na proporção de 21%, e é essencial para a manutenção da reação química do fogo.

2.1.4 Reação em cadeia

O CBMSC (2017) descreve a reação em cadeia como um processo no qual: “o calor irradiado das chamas atinge o combustível e este é decomposto em partículas menores, que se combinam com o oxigênio e queimam, irradiando outra vez calor para o combustível, formando um ciclo constante”.

2.2 CONCEITO DE INCÊNDIO FLORESTAL

Castro *et al* (2003) apresenta duas definições importantes a primeira de fogo florestal, o qual seria a combustão controlada de materiais combustíveis existentes nas áreas florestais, e cita como exemplos os fogos controlados e as queimadas rurais destinados a reduzir o volume do combustível (mato, restolho...). A segunda definição é a de incêndio florestal, definido como a combustão sem controle no tempo e espaço, dos materiais combustíveis que há nas áreas florestais.

Silva (1998) apresenta um conceito bem semelhante:

Incêndio florestal é fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo ser provocado, como já foi dito, pelo homem ou por causas naturais.

Os incêndios florestais se comportam de acordo com o ambiente em que se desenvolvem.

O número de fatores externos que influem no comportamento do fogo é tão grande que é impossível prever com precisão o que sucederá quando se inicia um fogo.

E, corroborando, existe uma definição legal, prevista no artigo 20 do Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998: “Art 20. Para os efeitos deste Decreto, entende-se como incêndio florestal o fogo não controlado em floresta ou qualquer outra forma de vegetação” (BRASIL, 1998a).

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A PROPAGAÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

O CBMSC (2017) aponta como influenciadores no comportamento de um incêndio florestal, especialmente durante seu desenvolvimento, os fatores relacionados aos combustíveis, aos tipos de florestas, à topografia e às condições climáticas.

2.3.1 Combustível florestal

Silva (1998, grifo nosso) é preciso ao conceituar combustível florestal e explica que:

São materiais disponíveis no meio ambiente que podem entrar em ignição e queimar. Quanto mais seco estiver o combustível florestal, maior a possibilidade de ele queimar mais rápido. Quanto maior a quantidade de material combustível sendo queimado, maior será a quantidade de calor despreendido. Quanto mais calor for sendo despreendido, mais se propagará e estenderá o incêndio. Alguns combustíveis florestais queimam melhor do que outros porque contêm ceras e óleos inflamáveis. A dimensão e a disposição dos combustíveis florestais também influenciam no comportamento do fogo.

Características dos combustíveis

Tamanho: **Os combustíveis leves - constituídos de pastagens de gramíneas, herbáceas, cerrados limpos, pastagens nativas - produzem incêndios de maior velocidade de propagação do que os combustíveis pesados como troncos, tocos e raízes.**

Quantidade: A descontinuidade horizontal da vegetação retarda a propagação do fogo. Já a sua continuidade vertical aumenta a probabilidade de ocorrência de incêndios de copa.

Intensidade: A velocidade de propagação varia em proporção direta com o peso do combustível disponível. Quando seu peso duplica, a intensidade quadruplica.

O CBMSC entende ser o combustível elemento principal dos incêndios florestais, visto que sobre ele é mais facilmente constatar modificações. Sua classificação, pois, está assim elencada:

Combustível perigoso – é aquele de combustão rápida, constituem-se principalmente de materiais leves e finos como folhas, pequenos galhos, acículas mortas, capim seco e pequenos arbustos. Por serem finos, perdem umidade mais facilmente e absorvem calor com mais facilidade, o que implica em ignição rápida. A combustão também ocorrerá de forma rápida, acelerando a propagação.

Combustível de combustão lenta - Constitui-se de materiais mais espessos, como os troncos das árvores e os tocos, são assim constituídos porque são de difícil acendimento, uma vez que perdem umidade mais lentamente e sua fase de pré-aquecimento é mais longa.

Combustível verde – é todo o material vivo, que apresenta um alto teor de água. Para que ocorra a ignição desse material é preciso que haja na floresta uma quantidade muito grande de combustível para que o fogo possa ser sustentado por um período maior de tempo de forma que esse combustível perca umidade. Isso ocorre mais facilmente com folhas e galhos finos. Os demais materiais são considerados incombustíveis (CBMSC, 2017, grifo nosso).

2.3.1.1 Classificação e Caracterização do Bioma Catarinense

O Brasil é constituído por seis biomas distintos, são eles: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. E, naturalmente cada um é formado por diferentes tipos de vegetação e de fauna (BRASIL, 2019).

Em relação a Mata Atlântica o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresenta que:

O Bioma Mata Atlântica ocupa aproximadamente 13% do território brasileiro. Por se localizar na região litorânea, onde vivem mais de 50% da população brasileira é o mais ameaçado entre os biomas que ocorrem no Brasil, restando cerca de 27% de sua cobertura florestal original. Foi identificado como a quinta área mais ameaçada e rica em espécies endêmicas do Mundo. Neste Bioma existem 1.361 espécies da fauna brasileira, com 261 espécies de mamíferos, 620 de aves, 200 de répteis e 280 de anfíbios sendo que 567 espécies só ocorrem neste bioma. Atualmente sua área encontra-se reduzida e fragmentada com remanescentes florestais localizados principalmente em áreas de difícil acesso (IBGE, 2019).

Corroborando, a Mata Atlântica além de ser uma das florestas mais ricas em diversidade de espécies é também a mais ameaçadas do planeta. O bioma Mata Atlântica abrange uma área aproximada de 15% do total do território brasileiro e está presente em 17 Estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe), dos quais 14 estão na faixa litorânea. Atualmente, restam apenas 12,4% da floresta que existia originalmente. Ademais, esse foi o primeiro bioma brasileiro a ser protegido por uma legislação própria, Lei nº 11.428/2006 - conhecida como Lei da Mata Atlântica, regulamentada pelo Decreto nº 6.660/2008 (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2019a).

Neste norte, o ICMBIO (2019) expõe que:

Formações florestais, restingas, manguezais e campos de altitude que tomam 17 estados do Brasil e fazem da Mata Atlântica um patrimônio nacional, como estabelece a Constituição Federal. Com uma área de aproximadamente 1,300.000km², o bioma tem uma importância vital para os aproximadamente 120 milhões de brasileiros que vivem em seus domínios; onde são gerados cerca de 70% do PIB brasileiro.

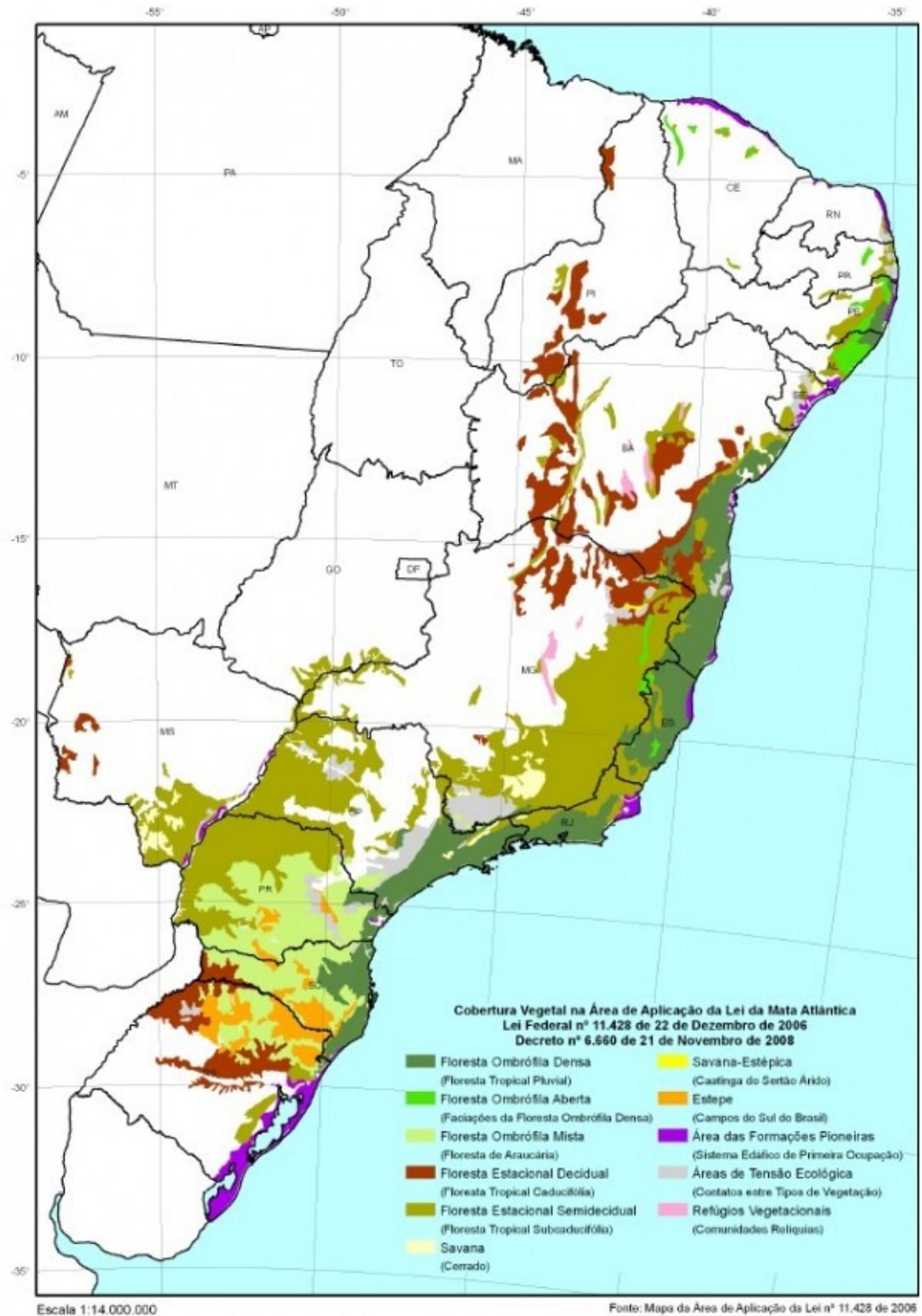
O número de áreas protegidas na Mata Atlântica cresceu nos últimos anos com a contribuição do governo, mas a principal parte dos remanescentes da vegetação nativa ainda se mostra vulnerável às ações humanas. Isso porque a inconsciência e a

predação acompanham a história do bioma desde a chegada dos primeiros navios portugueses ao país. A agressão humana, como a extração de plantas e madeiras, tem causado perigosas ações na biota e consideráveis perturbações ambientais. Vivem no ecossistema cerca de 20 mil espécies vegetais, 261 espécies de mamíferos, 200 de répteis, 370 de anfíbios, 350 de peixes e 849 espécies de aves.

O Instituto Brasileiro de Florestas (IBF) ressalta o seguinte:

A vegetação da Mata Atlântica está relacionada com a diversidade climática de cada região, que são influenciadas por fatores como teor de oxigênio, iluminação, umidade e ainda temperatura. Essa vegetação se caracteriza por árvores mais altas com suas copas mais próximas umas das outras, formando um dossel que controla a quantidade de luz que irá atingir as árvores e as vegetações mais baixas. **São comuns arbustos de pequeno porte, além de ervas e gramíneas, musgos e brotos, e também trepadeiras que se desenvolvem nos troncos das árvores** (IBF, 2019, grifo nosso).

Figura 2 - Cobertura vegetal na Área de aplicação da Lei da Mata Atlântica



Área de abrangência do Atlas, conforme Lei Federal 11.428/2006 e Decreto 6.660/2008.

Fonte: Fundação SOS Mata Atlântica (2019b)

Observa-se na figura anterior que o Estado de Santa Catarina está totalmente inserido no bioma Mata Atlântica, desde a faixa litorânea até o extremo oeste na divisa com a Argentina.

2.3.2 Tipos de florestas

Para o CBMSC (2017):

Uma floresta densa e fechada intercepta a radiação solar, reduzindo a temperatura do ar e a temperatura do material no interior da mesma. As espécies florestais exercem certa influência na propagação dos incêndios, as coníferas apresentam um risco maior de inflamabilidade e um potencial maior de propagação que os povoamentos de folhosas. Da mesma forma, as florestas plantadas estão mais sujeitas aos incêndios do que as florestas naturais.

2.3.3 Topografia

O CBMSC (2017) explica que a topografia “exerce grande influência sobre o clima e também na vegetação. A influência da topografia nos incêndios pode ser mais bem compreendida através da análise de três fatores básicos: elevação, exposição, e inclinação”.

Corroborando o ICMBIO apresenta o seguinte:

É o formato da superfície da Terra. É mais fácil prever as influências que o terreno terá no fogo, observando as seguintes características:

Configuração: Conhecida como relevo, tem um efeito importante sobre o microclima de cada localidade. Por exemplo, encostas côncavas tendem a conter maior umidade que encostas convexas. Além disso, também tem influência nos regimes de vento (direção e intensidade). O vento nos vales, em condições normais, é menos intenso que nas serras, nos morros, nos picos, nas colinas, etc.

Exposição: A posição das encostas em relação à radiação solar afeta o desenvolvimento da vegetação e sua condição como combustível. Em geral, as encostas voltadas para o Norte recebem maior radiação solar do que as voltadas para o Sul. Porém, nas regiões que sofrem maior efeito das geadas (Sul do país), a ocorrência das geadas pode ressecar mais a vegetação nas encostas voltadas para o Sul, pois é desse quadrante que as frentes frias polares avançam sobre o Brasil.

Altitude: O desenvolvimento da vegetação é influenciado de forma inversamente proporcional à altitude do terreno. Em geral, quanto mais baixo for o terreno, mais frondosa será a vegetação pela maior disponibilidade de água.

Grau de inclinação ou pendente: É o mais importante dos fatores topográficos, atuando especialmente na velocidade de propagação. Incêndios queimam mais

rapidamente morro acima do que morro abaixo. Quanto mais íngreme o morro, mais rápida é a propagação do fogo pelo efeito da convecção e radiação sobre os combustíveis não queimados (ICMBIO, 2010).

2.3.3 Condições climáticas

O CBMSC (2017) entende que as condições climáticas integram relevância particular no desenvolvimento dos incêndios florestais. Assim, elencam quatro fatores fundamentais: temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento e precipitação.

Para Silva (1998) os fatores climáticos são também determinantes do comportamento do fogo, quanto maior a força do vento, com mais velocidade o fogo se propagará. Existindo ar seco e a elevada temperatura os combustíveis florestais secarão mais rapidamente, o que favorecerá sua ignição, ativação e posterior combustão. Ainda, Silva (1998) explica que:

Temperatura: Os materiais combustíveis pré-aquecidos pelo sol queimam-se com maior facilidade do que aqueles que estão frios. A temperatura do solo também aumenta a corrente de ar que, aquecida pelo sol, seca o material combustível, fazendo com que ele se queime mais facilmente. Quanto mais forte for o vento, mais rápido o fogo se propagará. Assim, o ar seco e a alta temperatura fazem com que os combustíveis florestais sequem mais rapidamente, favorecendo sua ignição, ativação e posterior combustão. O calor excessivo afeta diretamente a extinção dos incêndios, uma vez que incomoda, dificulta e, muitas vezes, impede o trabalho de pessoas envolvidas no seu combate.

Umidade: Os materiais combustíveis são afetados também pela quantidade de vapor de água encontrada no ar, pois eles absorvem a umidade existente no ar. Como o ar, geralmente, é mais seco durante o dia, é mais fácil controlar um grande incêndio durante a noite, quando os materiais combustíveis tonam-se úmidos, dificultando a propagação do fogo.

Chuva: A ausência de chuvas é talvez o fator climático que mais influi sobre a ocorrência de incêndios florestais porque o ar torna-se mais rarefeito, fazendo com que a vegetação constitua-se no principal material combustível.

Vento: A forma e velocidade de propagação de um incêndio florestal são controladas pelo vento. O material combustível seco queima mais facilmente e com mais força ao soprar do vento, levando as chamas ou labaredas a passarem de um material combustível para outro e, assim sucessivamente, transformando-se em um incêndio de grandes proporções e de difícil controle.

2.4 PARTES DE UM INCÊNDIO

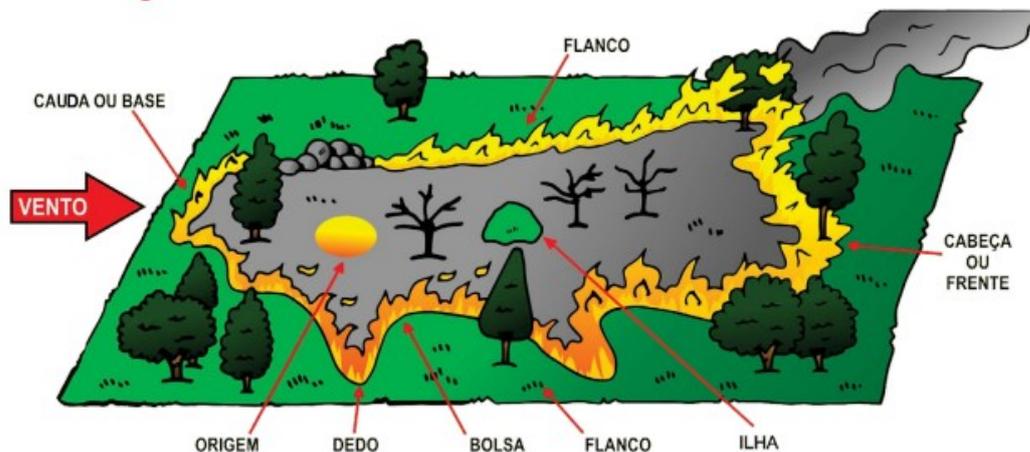
No combate a incêndios florestais não pode haver dúvidas quando for dada a ordem para a equipe se deslocar para um determinado ponto do incêndio. É essencial ter

conhecimento das partes em que se divide o incêndio e saber claramente onde se situa a cabeça ou frente. Para tanto, basta se posicionar virados para o sentido de maior progressão das chamas e, caso encontre-se no interior da área queimada, estaria diante da frente do incêndio. E, nas costas a retaguarda, à esquerda o flanco esquerdo e à direita o flanco direito (LOURENÇO; SERRA; PAÚL; PAROLA; MOTA; CORREIA; REIS, 2006).

O CBMSC (2019) entende como partes do incêndio as seguintes:

- Cabeça (frente ou linha de fogo): é a parte que avança mais rapidamente e segue a direção do vento.
- Cauda (base ou retaguarda): é a parte que se propaga em direção oposta de forma mais lenta.
- Flancos: é a parte se propaga perpendicularmente à cabeça do incêndio, ligando esse a cauda.
- Dedos: caracterizados por trechos que se adiantam nos flancos.
- Bolsas: se localizam entre os dedos.
- Ilhas: são áreas que não são atingidas pelo fogo dentro da área queimada.
- Ponto de origem: é o local em que se inicia o fogo.

Figura 3 - Partes do incêndio florestal



Fonte: CBMSC (2019)

2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Para classificar os tipos de incêndios florestais o CBMSC (2017) se baseia no grau de envolvimento de cada estrato do combustível florestal – desde o solo mineral até o topo das árvores - no processo da combustão. Desta forma, os incêndios são classificados em superficiais, de copa, e subterrâneos.

2.5.1 Incêndios Superficiais

O CBMSC (2017) doutrina que os incêndios superficiais são aqueles que se propagam na superfície do piso da floresta, queimando os restos vegetais não decompostos ali existentes, como folhas e galhos caídos, gramíneas, arbustos, ou seja, todo material combustível até cerca de 1,80 metros de altura. Sobretudo durante períodos de seca esses materiais são muito inflamáveis e por esse motivo os incêndios superficiais têm sua propagação relativamente rápida, abundância de chamas e muito calor.

Figura 4 - Ilustração incêndio florestal superficial



Fonte: CBMSC (2017)

Corroborando Silva (1998) explica que os incêndios superficiais “são caracterizados pela queima da vegetação morta e rasteira, como as herbáceas; da camada de folhas, galhos etc. que se misturam com a terra que cobre o solo da mata (serrapilheiras), bem como dos troncos e, especialmente, de material que tenha sofrido decomposição (húmus)”. Ainda, Silva (1998) entende que “estes incêndios não causam danos significativos em árvores de grande porte, porém são extremamente prejudiciais às vegetações rasteiras e plantas jovens, principalmente para sua regeneração”.

2.5.2 Incêndios de Copa

Para o CBMSC (2017) os incêndios de copa são aqueles nos quais a propagação do fogo ocorre nas copas das árvores, local em que a velocidade e a intensidade do fogo são maiores e mais rápidas, em virtude da grande circulação do vento nessas áreas. São assim

classificados independentemente do fogo superficial. Bem como, os incêndios que ocorrem em combustíveis acima de 1,80 metros de altura.

Figura 5 - Ilustração incêndio florestal de copa



Fonte: CBMSC (2017)

Acrescenta o ICMBIO (2010) que os incêndios aéreos ou de copa são aqueles que se desenvolvem por meio das copas das árvores e, geralmente, apresentam-se de uma maneira violenta e podem se propagar com velocidade acima de 10 km/h. Salienta que em regiões mais úmidas é raro que este tipo de incêndio tenha essa forma de propagação, contudo algumas árvores e arbustos podem abrir chama pela continuidade do combustível, sendo mais frequente em locais com um estrato arbustivo denso e seco combinado a uma continuidade vertical alta (copas densas). Cita como exemplo, as áreas de clareira nas quais se têm acúmulo de combustível superficial e a alta ocorrência de trepadeiras e de cipós cria uma escada para o fogo em direção às copas das árvores. Por fim, um incêndio de copas que apresenta um comportamento crítico, alta velocidade de propagação, um nível elevado de liberação calórica e uma coluna de convecção bastante desenvolvida, normalmente é de difícil controle.

2.5.3 Incêndios Subterrâneos

O CBMSC (2017) expõe que os incêndios subterrâneos são aqueles que se propagam por meio das camadas de húmus ou turfa existentes sobre o solo mineral e sob o piso da floresta. Tais combustíveis têm como característica ter uma textura fina, relativamente compactados e isolados da atmosfera. Em virtude do escasso oxigênio presente na zona de combustão, nos incêndios subterrâneos o fogo se desenvolve lentamente, sem chamas e com

pouca fumaça. A intensidade do calor e o poder de destruição destes incêndios são bastante altos.

Figura 6 - Ilustração incêndio florestal subterrâneo



Fonte : CBMSC (2017)

Corroborando, Silva (1998) conceitua que os incêndios subterrâneos são aqueles que se propagam debaixo da superfície terrestre, alimentados por matéria orgânica seca, raízes e turfas - matérias finas, bem compactadas, de combustão lenta e contínua. De forma diversa dos incêndios de copa e superficiais que se propagam com maior rapidez devido à presença de maior quantidade de oxigênio na combustão do material, este tipo de incêndio se desenvolve lentamente.

2.6 CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Segundo João Rudini Sturm (2019) o homem é o principal causador dos incêndios florestais, especialmente porque a maioria deles ocorrem em decorrência de alguma atividade humana. No aspecto, para designação da causa do incêndio lista as categorias adotadas pelo CBMSC, quais sejam: a) Raios; b) Fogueira de acampamento; c) Fumantes (cigarros); d) Queima para limpeza; e) Incendiários; f) Uso de equipamentos; g) Estradas de ferro; h) Crianças; i) Operações florestais; j) Fogos de recreação; k) Armas de fogo; l) Refração ou reflexão de luz solar; m) Reações biológicas ou químicas exotérmicas; n) Rede elétrica; e, o) Outros.

2.7 DOS FOCOS DE INCÊNDIOS EM SANTA CATARINA OBSERVADOS PELO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em seu Portal do Programa Queimada vem monitorando os focos ativos na vegetação, e no estado de Santa Catarina, no período de setembro de 1998 até 13/10/2019 constatou as seguintes ocorrências:

Figura 7 - Quadro comparativo do total de focos ativos detectados pelo satélite de referência em cada mês, no período de 1998 até 13/10/2019

| Ano | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Mai | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro | Total |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-----|-------|-------|--------|----------|---------|----------|----------|-------|
| 1998 | - | - | - | - | - | 2 | - | - | 6 | 4 | 21 | 26 | 59 |
| 1999 | 11 | 2 | 7 | - | 1 | - | 2 | 51 | 101 | 16 | 84 | 89 | 364 |
| 2000 | 14 | 8 | 46 | 7 | - | 2 | 21 | 68 | 36 | 55 | 19 | 29 | 305 |
| 2001 | 11 | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 25 | 18 | 26 | 66 | 45 | 201 |
| 2002 | 22 | 5 | 12 | 7 | 3 | - | 323 | 1263 | 1189 | 74 | 554 | 143 | 3595 |
| 2003 | 92 | 64 | 111 | 290 | 492 | 339 | 414 | 2611 | 1641 | 883 | 482 | 229 | 7648 |
| 2004 | 63 | 64 | 141 | 185 | 40 | 369 | 243 | 1357 | 943 | 1056 | 454 | 115 | 5030 |
| 2005 | 61 | 79 | 189 | 116 | 175 | 197 | 392 | 1357 | 208 | 225 | 500 | 83 | 3582 |
| 2006 | 74 | 35 | 90 | 227 | 346 | 220 | 707 | 1862 | 769 | 379 | 212 | 65 | 4986 |
| 2007 | 27 | 37 | 68 | 47 | 36 | 162 | 186 | 848 | 771 | 245 | 164 | 98 | 2689 |
| 2008 | 37 | 59 | 32 | 59 | 217 | 76 | 438 | 585 | 399 | 78 | 132 | 133 | 2245 |
| 2009 | 40 | 18 | 65 | 139 | 102 | 77 | 76 | 1133 | 82 | 286 | 67 | 36 | 2121 |
| 2010 | 6 | 19 | 25 | 36 | 3 | 40 | 171 | 1111 | 377 | 191 | 118 | 66 | 2163 |
| 2011 | 20 | 1 | 18 | 21 | 85 | 121 | 81 | 350 | 772 | 151 | 100 | 52 | 1772 |
| 2012 | 25 | 34 | 111 | 57 | 160 | 111 | 102 | 718 | 274 | 63 | 120 | 45 | 1820 |
| 2013 | 27 | 11 | 30 | 105 | 98 | 81 | 215 | 454 | 370 | 116 | 80 | 76 | 1663 |
| 2014 | 51 | 25 | 17 | 35 | 40 | 3 | 83 | 521 | 202 | 123 | 45 | 35 | 1180 |
| 2015 | 18 | 15 | 31 | 36 | 70 | 101 | 46 | 382 | 160 | 21 | 8 | 18 | 906 |
| 2016 | 64 | 2 | 20 | 33 | 36 | 104 | 610 | 795 | 677 | 56 | 144 | 20 | 2561 |
| 2017 | 46 | 27 | 20 | 28 | 35 | 66 | 461 | 558 | 491 | 40 | 164 | 69 | 2005 |
| 2018 | 9 | 48 | 22 | 150 | 77 | 52 | 161 | 574 | 126 | 74 | 53 | 71 | 1417 |
| 2019 | 41 | 10 | 22 | 12 | 3 | 104 | 189 | 939 | 272 | 50 | - | - | 1642 |
| Máximo* | 92 | 79 | 189 | 290 | 492 | 369 | 707 | 2611 | 1641 | 1056 | 554 | 229 | 7648 |
| Média* | 36 | 29 | 53 | 83 | 106 | 112 | 237 | 831 | 458 | 198 | 171 | 73 | 2301 |
| Mínimo* | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 25 | 6 | 4 | 8 | 18 | 59 |

Fonte: INPE (2019)

Extraí-se da tabela supra citada que a partir do ano de 2003 os focos de incêndio passaram a diminuir gradativamente. Não obstante, em alguns períodos ainda restarem detectados picos de ocorrências, infere-se da média geral o decréscimo nos focos de incêndio.

2.8 LEGISLAÇÕES ATINENTES À PROTEÇÃO FLORESTAL

Inicialmente consultando a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 temos o artigo 225 que versa sobre o meio ambiente, e apresenta o seguinte texto:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

O artigo 250 do Código Penal, Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940, prevê como crime “causar incêndio, expondo a perigo a vida, a integridade física ou o patrimônio de outrem”, com pena privativa de liberdade, reclusão, de três a seis anos, além de multa. A letra *h* do inciso II, parágrafo primeiro, prevê o aumento de pena em um terço caso o incêndio seja em lavoura, pastagem, mata ou floresta. Mais adiante o parágrafo segundo do mesmo artigo estabelece pena de detenção, de seis meses a dois anos, se for culposo o incêndio (BRASIL, 1940).

As penas para os danos provocados em virtude de incêndios florestais especificamente em mata ou floresta, está prevista na Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998:

Art 41 – Provocar incêndio em mata ou floresta:

Pena – reclusão, de dois a quatro anos, e multa.

Parágrafo único. Se o crime é culposo, a pena é de detenção de seis meses a um ano, e multa.

Art 42 - Fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação, em áreas urbanas ou qualquer tipo de assentamento humano.

Pena – detenção de um a três anos ou multa, ou ambas as penas cumulativamente (BRASIL, 1998b).

2.9 MÉTODOS DE COMBATE

As táticas são os métodos utilizados para confinar os incêndios florestais e consequentemente controlá-lo. O conceito básico das táticas usadas no controle de incêndios florestais é estabelecer uma linha de controle entorno da área do incêndio, confinar o foco dentro dessa área e retirar o combustível que ainda não foi queimado, impedindo a ocorrência de incêndios de manchas fora da linha de controle e extinguindo aqueles que ocorrem. O controle dos incêndios florestais é feito sobretudo atacando o lado do triângulo do fogo representado pelo combustível. Os métodos empregados no combate podem ser classificados em três categorias: direto, intermediário ou paralelo e indireto (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017).

2.9.1 Método direto

Nesta modalidade o combate é feito diretamente sobre as chamas, jogando água e terra ou apagando o material aceso. Geralmente, o ataque direto é utilizado na frente dos incêndios pequenos e nos flancos e base dos incêndios maiores, no qual em suas margens a intensidade é menor possibilitando ser combatida diretamente. Normalmente nessas atividades são utilizadas ferramentas e equipamentos manuais. Assim, se o incêndio for pequeno e se a frente pode ser confrontada com segurança, a ação de combate deverá ser aplicada na frente, seguindo posteriormente para os flancos e a base. No entanto, quando a frente do fogo se propaga muito rapidamente ou a intensidade dificulta o trabalho, o combate deverá ser iniciado pelos flancos até chegar à frente (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017).

2.9.1.1 Técnica de combate direto a incêndio florestal em vegetação rasteira atualmente adotada pelo CBMSC

A técnica atual de combate a incêndios florestais em vegetação rasteira recomendada pelo CBMSC (2017, grifo do autor) consiste na utilização do abafador combinado com o emprego de bombas costais. Nesse sentido, é o que se infere do seu manual:

Em vegetação de combustível leve é recomendado o uso de uma ou duas bombas costais em conjunto com três ou quatro abafadores. Na frente, reduzindo a intensidade calorífica das chamas, vão as bombas costais pela aplicação de água, seguidas pelos abafadores que, em movimento sincrônico, apagam as chamas. Adicionalmente, podemos utilizar ferramentas raspantes, jogando as brasas para o interior da área queimada.

A vantagem desse método reside em cortar de imediato a propagação do fogo, porque o controle é feito na própria frente do avanço do incêndio e evita o uso do fogo, minimizando a área que será queimada. As desvantagens residem em que o método não pode ser aplicado quando a intensidade calorífica é muito alta ou quando a fumaça torna o trabalho muito difícil na margem das chamas. O método direto subdivide-se em três direções de ataque:

a) Pela cabeça: Esta técnica visa extinguir o fogo da sua maneira **mais eficaz**, evitando a sua propagação, normalmente num incêndio onde há influência do vento, os gases da combustão e o calor impedem o acesso direto na cabeça do fogo, porém pode ser eficaz quando o incêndio é de baixa intensidade.

b) Pelos flancos: Normalmente nas operações de combate aos incêndios florestais o ataque direto é efetuado pelos flancos, **visando atingir a frente do fogo**. Normalmente é o local onde o calor e os efeitos dos gases são menores e permitem a aproximação do combatente.

c) Pela retaguarda: Este método é **extremamente ineficaz**, pois as ações não impedem a propagação do fogo. Pode ser utilizado quando à frente exista uma linha contrafogo, visando extinguir materiais em combustão que podem iniciar um novo foco de incêndio ou quando mesmo lentamente o fogo se propaga na direção contrária ao vento.

A técnica para utilização de abafadores (batedores) baseia-se no batimento nas chamas, o que gera a extinção delas por abafamento. Referida técnica deve ser empregada em incêndios de pequenas proporções. Dá-se um golpe nas chamas em direção a área que está queimando e se segura o equipamento por alguns segundos no solo para, então, dar outro golpe. Isso sufocará as chamas e extinguirá o incêndio (LOURENÇO; SERRA; PAÚL; PAROLA; MOTA; CORREIA; REIS, 2006).

Nesse mesmo sentido o ICMBIO (2010) acentua o seguinte:

Por exemplo, em vegetação de combustível leve é frequente o uso de linhas de uma ou duas bombas costais conjugadas com três ou quatro abafadores. Na frente, reduzindo a intensidade calórica das chamas, vão as bombas costais pela aplicação de água, seguidas pelos abafadores que, em movimento sincrônico, apagam as chamas e, adicionalmente, podemos utilizar ferramentas raspantes para fechar a linha, jogando as brasas para o interior da área queimada.

A vantagem desse método reside em cortar de imediato a propagação do fogo, porque o controle é feito na própria frente do avanço do incêndio e evita o uso do fogo, minimizando a área que será queimada.

As desvantagens residem em que o método não pode ser aplicado quando a intensidade calórica é muito alta ou quando a fumaça torna o trabalho muito difícil na margem das chamas.

Cabe salientar, que o abafador manual para combate a incêndio, além de combater as chamas de modo direto, pode também ser usado para realizar o rescaldo da área que foi atingida.

2.9.2 Método paralelo

Este é um método que está entre o direto e o indireto, adotado quando há possibilidade de certa aproximação, pois a intensidade do calor produzido assim permite, no entanto ainda é tão intenso que não permite um ataque direto. Na prática, este método consiste em realizar rapidamente um aceiro pequeno, 0,5 a 1,0m de largura, paralelo à linha de fogo, para conseqüentemente reduzir a intensidade e facilitar o ataque direto por meio do método direto. Caso haja necessidade de se ampliar o aceiro, pode-se fazer pequenos contrafogos a partir da faixa limpa. Esse método pode ser usado no combate a incêndios superficiais e de solo (SOARES; BATISTA; TETTO, 2017).

Corroborando, o CBMSC (2017) doutrina que esse método consiste em se fazer, rapidamente, um pequeno aceiro com largura de 0,5 a 1,0 metro, paralelamente a linha de fogo. Assim, que o fogo chegar ao aceiro diminuirá sua intensidade e poderá ser atacado diretamente. O método paralelo poderá ser aplicado nos flancos, de forma a conseqüentemente ir reduzindo o comprimento da cabeça, em forma de cunha. A construção do aceiro poderá ser acompanhada com a aplicação de fogo para eliminar o material que fica no entremeio com a frente do incêndio, e como resultado restará aumentada a faixa desprovida de combustível. Para a correta localização da linha, é essencial que a velocidade do incêndio seja relacionada com a capacidade de trabalho em executar a abertura da linha em toda a extensão planejada.

2.9.3 Método indireto

A utilização do método indireto ocorre nas hipóteses em que a intensidade do fogo é bastante elevada, situação na qual a aproximação do combatente torna-se impossível. Esse método consiste na abertura de um aceiro largo na frente do fogo, ocasião na qual, dependendo das condições existentes, poderá ser aplicado o método contra-fogo. O ataque

indireto, antagônico ao paralelo, não é rígido quanto ao estabelecimento da localização da linha, porquanto permite uma escolha mais ampla dos lugares onde poderá ser instalado ou utilizado, evitando possíveis contratempos. Referidos intempéries, comumente, ocorrem nas seguintes situações: “Quando o incêndio libera uma alta quantidade de calor e apresenta uma coluna de convecção de grande dinamismo. Quando a propagação do fogo é violenta ou muito rápida, não permitindo contar com tempo suficiente para construir linhas e aplicar alguns dos outros métodos estabelecidos anteriormente. Quando se requer construir uma linha excessivamente larga pela intensidade e força da emissão de fagulhas desde a frente de avanço” (CBMSC, 2017).

3 DAS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

Para o ICMBIO (2010) material de combate a incêndio florestal é o conjunto de equipamento e de ferramentas ligadas a essa finalidade e utilizadas exclusivamente para esse fim. A eficiência e a estratégia do combate estão associadas ao tipo, a quantidade e qualidade dos equipamentos e das ferramentas utilizadas, bem como do condicionamento físico, da habilidade e do uso correto desses materiais

O Corpo de Bombeiros Militar de Goiás (CBMGO), em seu Manual Operacional de Bombeiros – Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, destaca que:

Os equipamentos de combate a Incêndios Florestais ocupam papel de destaque nas operações, uma vez que nas áreas de difícil acesso caberá ao combatente transportar apenas o material portátil. Os materiais devem ter uso exclusivo para esse fim (as ferramentas de uso múltiplo, por exemplo, devem ter os cabos pintados (em vermelho) para diferenciação de uso); estar em condições de uso em qualquer momento. A quantidade e o tipo de ferramentas que vão ser usadas em combates aos incêndios dependerão, sem dúvida, das características locais, do tipo de vegetação, tamanho da área do incêndio, topografia do terreno, pessoal disponível, etc. Os materiais são classificados, conforme a sua utilização, em individuais e coletivos (CBMGO, 2017).

Apontamentos em relação aos equipamentos são feitos por Nilton Rodrigues dos Santos, ao observar que “é importante que esses equipamentos sejam de fácil transporte (na medida do possível que tenham dimensões e pesos reduzidos) e manuseio, para que seja minimizado o desgaste devido às longas caminhadas, e por outro lado tornar a sua utilização mais simples para que seu emprego alcance o objetivo esperado” (SANTOS, 2009).

Nesse sentido, é de suma importância o destacado por Fernando Ireno Vieira em relação a novas tecnologias, “o homem vem, ao longo do tempo, buscando novas tecnologias, como ferramentas, equipamentos, produtos, sistemas de planejamento e de aquisição, armazenamento e manejo de dados, visando o controle dos incêndios florestais e um combate com mais celeridade, mais eficiência e com o menor desgaste do combatente” (VIEIRA, 2011).

Diante do exposto, a seguir serão apresentados em detalhes três materiais de combate a incêndio, quais sejam, ferramenta abafador, equipamentos bomba costal e soprador de folhas.

3.1 ABAFADOR

Morais (2004) afirma que em face do Brasil possuir grandes áreas de cerrado, o abafador foi criado, e este surgiu em substituição aos galhos, à palmeira e demais materiais que eram utilizados para afastar o oxigênio do fogo, e assim remover um dos elementos do triângulo do fogo. Ainda comenta, que o abafador é uma ferramenta multiuso, a qual também pode ser utilizada para quebrar galhos e comprimir a vegetação, além da extensão do cabo permitir que se mantenha uma distância segura das labaredas do fogo.

O abafador é um “equipamento simples para combate direto do fogo, composto de um cabo preso, em uma de suas extremidades, a um retângulo de borracha (resistente ao fogo) permeado de furos” (SILVA, 1998).

Figura 8 - Abafador 3mm



Fonte: Guarany (2019a)

Nas especificações do produto disponibilizada pela fabricante Guarany (2019a, grifo do autor) extrai-se:

Ficha técnica

Ferramenta usada para o combate direto ao fogo apagando-o por abafamento. Construída de lâmina ('flap') de borracha compacta, com duas lonas internas parafusada em armação de ferro em forma de T, com furação para 4 parafusos e angulação de 45° para maior ergonomia do operador durante o combate.

Peso: 2,0 kg

Lona:

Comprimento: 40cm

Largura: 30cm

Espessura: 3mm

Cabo:

Material: madeira torneada e lixada. Flexível e resistente a impactos.

Comprimento: 1,50m

Diâmetro: 28mm

Desta forma, observa-se que o abafador é um equipamento bem simples, composto apenas por um cabo de madeira, com 1,5 metros de comprimento, e que possui em sua ponta um retângulo de borracha resistente aos efeitos do calor. É um equipamento que extingue o fogo, como o próprio nome do equipamento sugere, por abafamento.

3.2 BOMBA COSTAL (EXTINTOR COSTAL)

Segundo Soares, Batista e Tetto (2017) é um equipamento:

constituído de um reservatório rígido ou flexível, com capacidade de 20L de água e uma bomba do tipo trombone, de operação manual, que pode lançar água até cerca de 10m de distância. É útil no combate de incêndios superficiais de baixa intensidade e no rescaldo. Operada por pessoa treinada é o mais eficiente, flexível e econômico (por litro de água bombeada) entre todos os equipamentos de bombeamento de água. O extintor costal é considerado o mais importante invento individual entre os equipamentos de combate a incêndios.

Figura 9 - Bomba Costal Anti-incêndio
- S4 20l - Rígida - Frente



Fonte: Guarany (2019b)

Figura 10 - Bomba Costal Anti-incêndio - S4 20l - Rígida - Costas



Fonte: Guarany (2019b)

Figura 11 - Mochila Flexível Anti-incêndio
21l - Frente

Fonte: Guarany (2019c)

Figura 12 - Mochila Flexível Anti-incêndio
21l - Costas

Fonte: Guarany (2019c)

3.3 O EQUIPAMENTO SOPRADOR DE FOLHAS

3.3.1 Origem do soprador de folhas

O soprador de folhas como o conhecemos atualmente foi inventado quase que por acidente. Teve como precursores os pulverizadores químicos introduzidos no mercado norte-americano na década de 1950, contudo os fabricantes logo observaram que os usuários estavam removendo os tanques químicos dos pulverizadores e utilizando seus poderosos ventiladores para limpar folhas e detritos (LAWNMOWERS DIRECT, 2019).

Este equipamento foi inventado na década de 1950 por Aldo Vandermolen. Surgiu em virtude das secas na Califórnia, e conseqüentemente da inviabilidade e inaceitabilidade do uso da água para fazer qualquer tipo de limpeza nas propriedades. Desta forma, os sopradores de folhas não apenas economizavam água, mas também economizavam tempo em comparação com o uso de uma vassoura ou ancinho. Em 1990, as vendas anuais de sopradores de folhas haviam subido para 800.000 só nos EUA (THE BEST LEAF BLOWERS, 2019).

3.3.2 Conhecendo o equipamento soprador de folhas

Atualmente, o equipamento soprador de folhas é produzido por diferentes empresas, tais como Stihl, Husqvarna e Guarany.

A empresa Stihl fabrica dois tipos de sopradores, o manual e o costal. Os sopradores manuais podem ser encontrados em três diferentes tecnologias: a combustão (gasolina), elétrico ou a bateria. Já os sopradores costais podem ser encontrados somente a combustão. Em alguns modelos de sopradores, tanto manuais como costais, é possível acoplar um acessório para aspiração e saco coletor, tornando-se possível recolher os resíduos e sujeiras (STIHL, 2019a).

Adiante, apresenta-se figuras ilustrativas dos modelos manual e costal da fabricante Stihl:

Figura 13 - Soprador Manual – Modelo STIHL BG 56



Fonte: Stihl (2019b)

Figura 14 - Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600



Fonte: Stihl (2019c)

Ainda, a empresa Stihl (2019d) descreve o equipamento como versátil, prático e de manejo confortável. Além de permitir que se realize um trabalho eficiente com mais rapidez e facilidade. Inicialmente foram projetados para trabalhos de varrição, auxiliando na limpeza de diversos ambientes. Pelo seu peso reduzido e facilidade de manejo, permite o uso por apenas um operador.

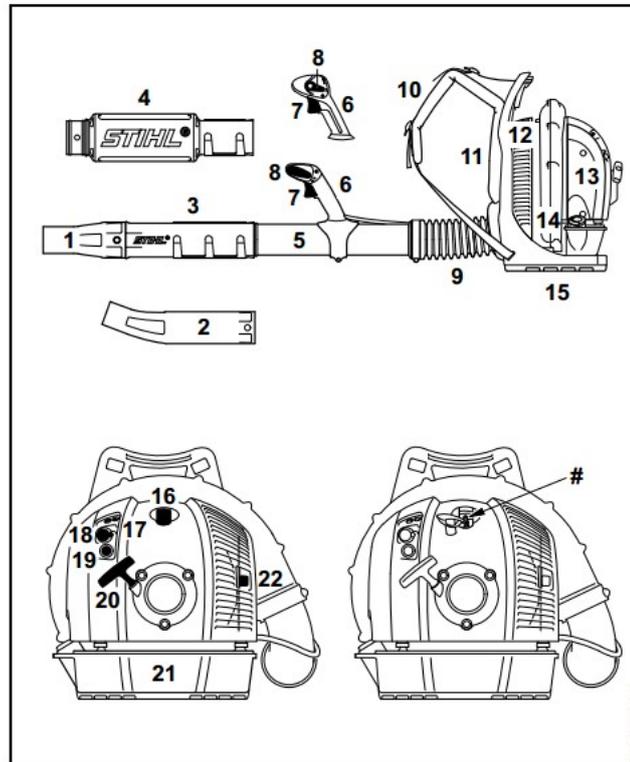
A empresa Husqvarna (2019a) afirma que o aparelho é ergonômico e de fácil operação, e que os modelos costais são equipados com cinturões e alças largas, os quais reduzem o esforço nas costas e diminuem a fadiga no uso.

Em seu site, a empresa Guarany (2019d), descreve que o equipamento, no caso, denominado soprovarredor, apresenta um perfeito equilíbrio entre velocidade e potência do ar, proporcionando força e eficiência no trabalho. Com estrutura ergonômica, a qual garante conforto ao operador e resistência do equipamento. Além disso, possui o bocal chato para um melhor direcionamento do fluxo do ar e o adaptador curvo, indicado para varrição, sem levantar poeira.

3.3.3 Detalhes e cuidados em relação ao equipamento Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600

Extrai-se da página 27 do manual de instruções (STIHL, 2019e):

Figura 15 - Peças importantes do Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600



Fonte: Stihl (2019e)

A seguir, apresenta-se a legenda correspondente aos principais componentes que integram o Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600:

- 1 – Bico reto
- 2 – Bico curvo
- 3 – Tubo soprador BR 550 / 600
- 4 – Tubo soprador BR 500
- 5 – Tubo soprador BR 500 / 550 / 600
- 6 – Cabo de manejo
- 7 – Alavanca do acelerador
- 8 – Alavanca de regulação
- 9 – Mangueira sanfonada
- 10 – Cinto
- 11 – Placa dorsal
- 12 – Grade de proteção
- 13 – Filtro de ar
- 14 – Tampa do tanque
- 15 – Placa de fundo
- 16 – Terminal da vela de ignição
- 17 – Parafusos de regulação do carburador
- 18 – Botão da borboleta do afogador
- 19 – Bomba de combustível manual
- 20 – Manípulo de arranque

21 – Tanque de combustível
 22 – Silenciador
 # – Número da máquina

Ainda, na página seis do manual, este expõe algumas informações sobre como utilizar o equipamento, afirmando que a máquina será levada nas costas, que a mão direita conduzirá o tubo soprador no cabo de manejo, que se deve trabalhar devagar e para frente, observando a área da saída da pulverização e que não se deve caminhar de costas, sob o risco de tropeçar, e for fim, que se deve desligar o motor antes de retirar o equipamento das costas (STIHL, 2019e).

Mais adiante, na página 12, apresenta a mistura ideal de gasolina e óleo:

Proporção da mistura

Proporção da mistura com óleo dois tempos STIHL: 1:50 – 1 parte de óleo + 50 partes de gasolina. A descarbonização se faz necessária após 600 horas de uso.

Exemplos

| Quantidade gasolina | Óleo dois tempos STIHL 1:50 |
|------------------------|--------------------------------|
| Litro | Litro (ml) |
| 1 | 0,02 (20) |
| 5 | 0,10 (100) |
| 10 | 0,20 (200) |
| 15 | 0,30 (300) |
| 20 | 0,40 (400) |
| 25 | 0,50 (500) |

INDICAÇÃO

Proporção da mistura com outras marcas de óleo dois tempos: 1:25 – 1 parte de óleo + 25 partes de gasolina. A descarbonização se faz necessária após 300 horas de uso.

ATENÇÃO: Antes de abastecer a máquina, agitar bem o recipiente com a mistura de combustível.

A mistura de combustível envelhece

Misturar somente a quantidade necessária para o uso. Armazená-la em recipientes próprios para combustível. Agitar bem o recipiente com a mistura de combustível antes de abastecer o tanque.

Atenção! Pode haver formação de pressão no galão. Abri-lo cuidadosamente.

De tempos em tempos, limpar bem o tanque de combustível e o galão.

Ao trabalhar com gasolina, evitar contato direto com a pele e a inalação dos vapores de gasolina (STIHL, 2019d, grifo do autor).

Desta forma, é possível observar que se trata de um simples equipamento, com poucas peças e de fácil manuseio, e que necessita apenas de alguns cuidados para maior conservação e durabilidade.

3.3.4 Comparação entre os sopradores das marcas STIHL e HUSQVARNA

A seguir apresenta-se uma comparação relativa à capacidade do tanque, cilindradas, peso, potência, velocidade do ar, preço e outros detalhes, entres os sopradores Stihl BR 600 e Husqvarna 570BTS.

Tabela 1 - Comparação entre os sopradores Stihl BR 600 e Husqvarna 570BTS

| | Stihl BR 600 | Husqvarna 570BTS |
|--|--------------------------|---------------------------|
| Capacidade Tanque (l) | 1,4 | 2,2 |
| Cilindrada (cm ³) | 64,8 | 65,6 |
| Peso (kg) | 9,8 | 11,2 |
| Potência (kW/cv) | 3,0/4 | 2,9/ |
| Velocidade máx. do ar (m/s) | 90 | 91 |
| Volume do ar máx com tubeira (m ³ /h) | 1720 | 1680 |
| Rot. máx (rpm) | 7200 | 8000 |
| Rot. lenta (rpm) | 2500 | 2000 |
| Preço | R\$2.353,42 ¹ | R\$ 2.889,00 ² |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Stihl (2019f) e Husqvarna 570BTS (2019b).

Em uma comparação superficial é possível afirmar que os dois modelos analisados apresentam características muito semelhantes, inclusive seus preços.

3.3.5 Da utilização do soprador no combate direto a incêndio florestal

Em 2013, Hayden Hutton em seu artigo “To blow, or not to blow?” afirmou que a ideia da utilização dos sopradores de folhas no combate a incêndios florestais não era nova, mas que haveria evidências sugerindo que os sopradores já foram usados pelo Serviço Florestal dos EUA nos anos 60 (HUTTON, 2013).

Na literatura brasileira um dos primeiros registros sobre a utilização de um equipamento semelhante ao soprador de folhas destinado ao combate a incêndio florestal foi

¹ Informação obtida no site: <<https://casadasfuradeiras.com.br/soprador-costal-a-gasolina-br-600-magnum-stihl>>. Acesso em: 08 jul 2019.

² Informação obtida no site: <<https://www.lojadomecanico.com.br/produto/85369/33/451/soprador-costal-656cc-husqvarna-570bts>>. Acesso em: 08 jul 2019.

apontado por José Carlos Mendes de Moraes em seu artigo “TECNOLOGIA DE COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS”, publicado em 2004, e dele se pode extrair:

Atualmente vem sendo testado um atomizador com motor a dois tempos, acrescido de dispositivo para combate aos incêndios florestais denominado pelo fabricante/montador como “Turbo Sopro”. O motor desse equipamento aciona uma ventoinha em um sistema de turbina que gera um vento forte conforme a aceleração, que é canalizada através de um tubo cilíndrico que direciona o jato de ar para as chamas, ocasionando seu resfriamento e fazendo um efeito de vento contrário empurrando as chamas para a área já queimada, ocasionando a extinção do fogo, podendo ainda ser agregado água por gravidade; essa água aspergida que facilita o resfriamento do material em chamas, tornando mais eficiente e rápido o combate. Todo o conjunto, ventoinha, motor e reservatórios de água e combustível, é fixado em duas alças sobre o ombro do operador no formato de uma mochila (MORAIS, 2004).

Recentemente, julho de 2016, a fabricante Husqvarna (2016, grifo nosso) após realizar a entrega de 20 unidades do equipamento soprador de folhas a empresa Suzano Papel e Celulose, localizada na cidade de Mucuri, Bahia, reportou que:

Os sopradores, equipamentos usados geralmente para limpar e afastar as folhas de uma área, estão servindo a uma nova finalidade. Um funcionário da Suzano Papel e Celulose em Mucuri, Bahia, percebeu que as máquinas poderiam ser também muito eficazes no combate direto aos incêndios que ocorrem em suas reservas florestais. Testada, a ideia deu tão certo que 20 unidades do modelo de soprador 570BTS da Husqvarna foram entregues em julho na unidade de Mucuri.

Os sopradores já eram usados para limpar as estradas, afastando as folhas que pegam fogo com facilidade. Limpas, as estradas cortam o avanço do fogo – são os chamados aceiros, extensões de terra que funcionam como barreira para que o fogo não se alastre. Para combater diretamente os incêndios, a Suzano utilizava abafadores, placas de borracha de uso manual. A introdução dos sopradores melhorou muito o processo.

“Todos os abafadores estão sendo substituídos. Os sopradores têm melhor ergonomia, mais segurança e maior eficiência. A marca Husqvarna foi a escolhida devido à melhor performance e menor consumo de combustível”, diz Cássio Fagundes, do setor de Desenvolvimento e Excelência Operacional da Suzano.

Já em 2017 a mesma fabricante, Husqvarna (2017, grifo nosso), publicou em seu site que utilização de alguns equipamentos para manejo de áreas verdes podem colaborar no combate a queimadas, publicando o que segue:

Durante o período em que a umidade do ar está baixa e as chuvas são mais escassas, a quantidade de incêndios em áreas florestais aumenta de forma significativa. De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), somente no mês de setembro foram registrados cerca de 100 mil focos de incêndio no Brasil – número que é o maior nos últimos 20 anos e representa quase a metade das

ocorrências de 2016, com 188 mil queimadas. Diante do problema, a Husqvarna destaca a utilização de alguns equipamentos para ajudar a conter a propagação do fogo, como sopradores, atomizadores, pulverizadores e roçadeiras.

[...]

Para auxiliar no combate aos focos de incêndio, o Soprador 570BT pode ser utilizado para apagar o fogo de maneira segura e rápida, sem o risco de propagação das chamas, pois conta com velocidade de ar de 381 km/h e vazão no tubo de 22 mil litros de ar por minuto.

O Corpo de Bombeiros Militar Mato Grosso do Sul (CBMMS) ao receber o equipamento em 18 de agosto de 2016 afirmou que: “O equipamento pode ser utilizado no combate a incêndios florestais que, combinado com outras técnicas de extinção, aumenta a eficiência do combate, diminuindo o tempo necessário para a realização da tarefa” (CBMMS, 2016).

Em entrevista a B.Forest, em junho de 2017, Cândido Simões – representante da empresa Guarany, afirmou que:

Outro equipamento que vem sendo utilizado em técnicas de combate a incêndios é o Soprador, também conhecido por Soprovarredor. Pode ser utilizado para o combate direto em alguns tipos de incêndios e também em combinação com outros equipamentos como os abafadores e bombas costais. Além do combate direto, têm sido utilizados na construção de aceiros, com muito boa resposta (B.FOREST, 2017).

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE) desde 2018 vem capacitando seus militares para o uso desse equipamento. E afirmam o seguinte:

O soprovarredor é um equipamento utilizado para combate direto a incêndios florestais. Ele pode ser composto de um motor de combustão interna, com capacidade de 1,4 litro de combustível, com fluxo de ar de 1.720 m³/h e velocidade do ar de 90 m/s. Pode ser usado tanto para dispersar material combustível, como folhas, quanto para abafar diretamente o fogo, lançando uma forte corrente de ar sobre as chamas (CEARÁ, 2018).

Em dezembro de 2018, a empresa Husqvarna (2018, grifo nosso) postou em sua rede social – Facebook que o seu soprador 570BTS pode ser utilizado no combate a incêndio florestal, inclusive apresentando maiores informações quanto a forma correta de atacar o fogo com o equipamento. Conforme se verifica da publicação a seguir:

Uma das formas de acabar com o foco de incêndio é **direcionar o jato de ar do soprador à base do fogo, conduzindo a chama para o local já consumido pelo fogo e por consequência obter a extinção da chama**. Com o Soprador 570BTS você consegue fazer isso, reduzindo o avanço da queimada. #husqvarnabr

Atenção:

- **Este tipo de combate deverá ser realizado quando o fogo estiver junto ao solo, ou de no máximo 1 metro**. Em incêndios junto a copa de árvores ou canaviais de elevado porte, não devem ser aplicadas estas técnicas
- Este tipo de serviço deve ser realizado por profissionais habilitados e treinados por brigadistas de incêndio.

Na mesma época, em entrevista concedida a Revista Attalea Agronegócios em 10 de dezembro de 2018, Mário Fortunato - Gerente de Produtos da Husqvarna para América Latina declarou que alguns sopradores podem ser empregados no combate a incêndio florestais, inclusive salientando características essenciais do equipamento a ser utilizado nessa atividade, corroborando com aquilo que a própria fabricante havia postado em suas redes sociais. Na entrevista declarou o seguinte:

Quando é detectado um foco de incêndio, é crucial agir rapidamente para controlar e extinguir as chamas. Para isso, é necessário entender que o fogo depende de três elementos básicos para sua geração: oxigênio, combustão e ignição. **O combate requer a eliminação da chama mediante manipulação do aumento ou da diminuição do oxigênio**. Isso pode ser feito com equipamentos como atomizadores e sopradores. Um atomizador pode ser usado para lançar areia ou calcário no foco das chamas, impedindo que o fogo se alimente de oxigênio. Já **os sopradores são utilizados para lançar um jato de ar na base do incêndio, eliminando o foco**. Neste caso, é de extrema importância ressaltar que **devem ser utilizados somente sopradores de elevada capacidade e com velocidade de deslocamento de ar acima de 90m/s para que não ocorra efeito contrário de alimentação da chama com oxigênio**. Outra alternativa é a realização de aceiros para impedir a propagação do fogo (FORTUNATO, 2018, grifo nosso).

Corroborando com o exposto afirmou o Major Ricardo Marisguia Mendes, do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), em 03 de agosto de 2017, que os sopradores são utilizados como uma das novas tecnologias para o combate aos incêndios. O comum seria pensar que o vento espalharia as chamas, mas com o avanço das técnicas e desenvolvimento de tecnologias, é possível utilizar o soprador como aliado no combate a incêndios florestais (PATO DE MINAS, 2017).

Ainda, segundo o Major Ricardo Marisguia Mendes “os sopradores são utilizados para apagar os focos de incêndio em vegetação rasteira. Por conta do forte fluxo de vento gerado pelo equipamento, com velocidade de ar acima de 300 km/h e vazão no tubo de mais de 20

mil litros de ar por minuto, é possível apagar o fogo de maneira segura e rápida, sem o risco de propagação das chamas e com aplicação de água com bombas costais” (PATO DE MINAS, 2017).

Segundo o gerente de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, Rodrigo Bueno Belo, em reunião realizada em 24 de setembro de 2018:

Soprador é uma ferramenta que foi desenvolvida para varrição, para plantio de café, limpeza do café, e nós começamos a utilizar essa ferramenta em 2013. Não é exclusividade do Brasil, outros países já utilizavam. Eu li há muito tempo sobre sopradores usados na Austrália e nos Estados Unidos, peguei algumas referências, principalmente de velocidade de vento na saída do equipamento. É um equipamento que basicamente gera vento. Nós trabalhamos com equipamentos um pouco mais potentes que sopradores de mão, trabalhamos com o de costas, que fica nas costas do brigadista. Ele funciona a gasolina, então, traz um risco para o operador. Mas tem trazido excelentes resultados aqui em Minas. É uma ferramenta ainda nova se pensarmos que desde 2013 começou a ser utilizada aqui em Minas, mas é até com muita satisfação que eu falo dessa ferramenta, porque hoje ela virou vedete em várias áreas. Vários outros Estados estão utilizando, e ela potencializa muito a ação do brigadista. Eu não estou falando que o soprador vale por cinco, dois, três brigadistas, não é isso, mas vemos que o brigadista ficou mais eficiente, com menos esforço. Como toda ferramenta tem limitações, tem área em que ele não se desenvolveu bem, mas de um modo geral, em Mata Atlântica, em Campos de Cerrado, principalmente se não estiver muito sujo ou com muito acúmulo de combustível, essa ferramenta tem sido excepcional, tem ajudado muito nos combates” (MINAS GERAIS, 2018) .

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBMGO), em seu Manual Operacional de Bombeiros – Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, já prevê a utilização do equipamento e ensina que este:

Funciona à combustão e fora inicialmente projetado para trabalhos de varrição, de forma a auxiliar na limpeza de lotes e terrenos. **Após vários testes com resultados satisfatórios, ele passou a ser utilizado no combate aos Incêndios Florestais de baixa intensidade. O processo de extinção aplicado é o de resfriamento, haja vista que o ar expelido pelo equipamento retira a mistura de gases quentes da zona de combustão**, reduzindo o calor e, em alguns casos, pode até formar a linha de contenção ao debelar os focos, fazendo uma boa varredura na borda do incêndio (principalmente em incêndios em folhagens). É bastante útil também na limpeza de aceiros. Através de testes práticos realizados, recomenda-se que o soprador não tenha potência inferior a 4 CV (ou 3KW) e velocidade máxima do ar de saída inferior a de 90m/s, caso contrário não será tanto efetivo no combate e pode acontecer de que ao invés de combater esteja alimentando a combustão (CBMGO, 2017, grifo nosso).

Por fim, o CBMSC (2017) prevê, ainda que de maneira sucinta, a utilização do soprador ensinando o que segue: “utilizado na limpeza de aceiro após uso da roçadeira. Pode ser utilizado no combate a incêndio direto ou paralelo, caso a vegetação seja rasteira e o incêndio de baixa intensidade”.

3.4 DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS E TESTES PRÁTICOS REALIZADOS UTILIZANDO O SOPRADOR

3.4.1 Dos testes realizados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná (CBMPR)

Neste tópico do trabalho será utilizado como base o artigo científico elaborado pelo Major BM Rogério Lima de Araújo e pelo Sargento BM Almir Pereira Gonçalves apresentado no Seminário Nacional de Bombeiros de 2016.

Em seu artigo, Araújo e Gonçalves (2016) afirmam que a utilização do aparelho soprador de folhas no combate a incêndio florestal se deu originariamente no Município de São José das Palmeiras/PR, no ano de 2012, quando empregado pela guarnição do Corpo de Bombeiro de Toledo e agricultores no atendimento de uma ocorrência de combate a incêndio de superfície em plantio florestal. No ano subsequente, 2013, o equipamento foi colocado em teste em outras ocorrências de combate a incêndios florestais, e foram alcançados resultados satisfatórios, os quais o apontavam como mais uma importante ferramenta para o combate a incêndio florestal, apresentando vantagens que demonstram um maior rendimento no combate, no entanto o emprego do soprador necessitaria de análise mais aprofundada dos conceitos e métodos para sua extinção.

Ainda, expõem que o jato de ar em alta velocidade lançado pelo soprador sobre a linha de fogo faz com que ocorra o afastamento da massa de gases combustíveis aquecidos ali existentes resultantes da combustão para o interior da área já queimada. De igual maneira, as brasas que estão naquela área são afastadas para o interior da área queimada. Consequentemente, não há como a combustão na linha do fogo se manter, em virtude de não finalizar a reação em cadeia pela falta de energia de ignição. Desta forma, afirmam que a extinção ocorre face a quebra da reação química em cadeia por meio de um processo físico, qual seja, o afastamento de materiais (gases e brasas), os quais forneceriam energia para a

pirólise do combustível vegetal não queimado, isso acontece, haja vista o jato de ar em alta velocidade de aproximadamente 300 Km/h.

Isso possibilitou identificar contra qual tipo de combustível vegetal poderá ser empregado o soprador de folhas. De modo que, todo combustível vegetal classificado como leve e de baixa altura poderá ser combatido com esse equipamento, em regra, contra vegetação rasteira fina, palhadas de culturas agrícolas, folhas e galhos finos que estão sobre o solo em plantio florestal, como acículas (parte jovem do ramo vegetal).

Por outro lado, os combustíveis vegetais médios e pesados após a queima geram resíduos incandescentes pesados difíceis de serem lançados pelo jato de ar do equipamento, permanecendo na linha de fogo alimentando a queima de mais combustíveis. Contudo, foi verificado na prática que o soprador poderá ser utilizado de maneira conjugada com abafadores e bombas costais.

3.4.1.1 Do material e método

Os testes com o soprador de folhas foram realizados durante o atendimento de ocorrências. Além disso, realizaram experimento de campo com o fim de comparar seu desempenho em relação ao abafador. O soprador utilizado no experimento tinha potência de 3KW, motor à combustão 2 tempos, vazão máxima de ar de 1720m³/h, velocidade máxima do ar 90 m/s (324 km/h) e massa de 9,8 Kg. Atenderam ocorrências de incêndio em vegetação no Município de Toledo/PR e redondezas, no período compreendido nos anos de 2013 a 2015.

Esta localidade é caracterizada por terras de cultivo agrícola e pequenas áreas de reserva florestal. A maior incidência de incêndios florestais se dá em vegetação nativa leve, nas culturas agrícolas na fase final do seu cultivo, ou ao término da colheita em seus restos vegetais, palhadas.

O teste também foi realizado em palhada de milho, pós colheita, na área rural do Município de Toledo/PR, com o emprego simultâneo do soprador e do abafador, ambos operados por um bombeiro.

3.4.1.2 Dos resultados obtidos

Afirmam que por se tratar de um experimento em situação real, a mensuração dos seus resultados se torna complicada. No entanto, a experiência e prática bombeiro militar na atuação desse tipo de ocorrência, mostrou que o aparelho soprador de folhas substitui o abafador nas ocorrências em que este seria adotado.

Corroborando, realizaram um experimento no dia 16 de setembro de 2015, em área rural do Município de Toledo/PR, comparando o rendimento do soprador em relação ao abafador. O local escolhido foi a Zona Rural, Distrito de Xaxim, Toledo/PR. O combustível queimado foi a palhada de aveia e milho. O horário inicial foi às 15h30min. A velocidade do vento no local era de 20Km/h. A temperatura ambiente era de 30°C. A umidade relativa do ar era de 50%. O tempo de combate foi de 6min e 40seg. A área queimada era de 600m². O perímetro da cabeça do fogo era de 80m. Nessas condições o soprador conseguiu extinguir uma linha de fogo de 58 metros, enquanto o abafador extinguiu somente 22 metros.

Com o teste, constataram que nas mesmas condições, e com a aplicação simultânea das ferramentas, o soprador extinguiu 72,5% da linha total de fogo, enquanto o abafador extinguiu apenas 27,5%. Assim, o soprador apresentou um rendimento 45% maior em relação ao abafador.

Além disso, observaram que o desgaste físico do operador do abafador foi visivelmente maior em comparação ao operador do soprador. Apontaram também que na área extinta pelo abafador ocorreram pequenas reignições do fogo, em virtude da existência de pequenos focos de matéria incandescente nas proximidades da borda de combustível vegetal não queimado, algo que não foi observado na área combatida com o soprador.

Contudo, ainda há necessidade de realização de mais testes em tipos de vegetação diferentes, não podendo determinar um parâmetro de eficácia do soprador sobre o abafador apenas com o teste anteriormente realizado. Todavia, no teste realizado, o soprador se apresentou mais eficiente, e os bombeiros nos atendimentos de ocorrências têm dado preferência a utilização do soprador, pois facilitam sobremaneira o combate.

No caso de vegetação com galhos mais espessos, como capoeiras, arbustos, samambaias, seu uso fica limitado, pois conseqüentemente alimentará a combustão do

material que está esbraseado. Assim, verificou-se a possibilidade da utilização conjugada do soprador com abafador e bombas costais.

Apontam que a utilização do soprador é cabível naquelas situações em que se utilizaria o abafador, todavia, com menor esforço e tempo de trabalho. Em relação as demais fases do combate estas devem ser seguidas, observando que o soprador é capaz de fazer uma boa varredura na borda do incêndio, pois desloca o material que ali estava para o interior da área já queimada.

Recomendam, nos casos de vegetação mais alta, reforçar o uso de equipamento de proteção individual (EPI) contra o calor, visto que podem ocorrer maiores intensidades das chamas por alimentação momentânea.

Aproveitaram a oportunidade e realizaram testes com aparelho semelhante ao soprador, mas com a função de pulverizador, contudo, este não foi tão eficiente, primeiro por ter menos velocidade de jato, segundo por ter uma carga adicional de água, chegou a pesar aproximadamente 30Kg, o que aumentou o desgaste do operador.

3.4.1.3 Das conclusões obtidas

Concluem afirmando que o uso do soprador no combate a incêndio em vegetação, que em um primeiro momento somente alimentaria a combustão dos materiais vegetais, tem-se apresentado com uma ótima ferramenta para esse tipo de combate. Sua utilização e técnica necessitam de mais testes por ser recente. Sugerem, inclusive, que seja desenvolvido um soprador específico para o combate a incêndio florestal.

3.4.2 Dos testes realizados pelo Corpo De Bombeiros Militar do Tocantins (CBMTO)

Neste tópico do trabalho será utilizado como base o artigo científico elaborado pelo Major BM Thiago Franco Santana e pelo Capitão BM Wellington de Souza Moura publicado na Revista Emergência em março de 2017.

Santana e Moura (2017) iniciam afirmando que a aplicação das técnicas de combate direto a incêndios florestais apresentam algumas restrições, ora pela necessidade de aproximação do combatente às chamas, ora pelo longo tempo de atuação, mas ambos os problemas causarão grande desgaste físico, reduzindo a eficiência e dificultando o rápido

controle do incêndio. Desta maneira, a implementação de novos equipamentos e técnicas, que demonstrem satisfatórios resultados e maior comodidade ao combatente, mostram-se urgente, o que tornará a resposta mais eficaz, e conseqüentemente aumentará a preservação ambiental e saúde do profissional.

Ainda, sustentam que o conhecimento sobre os fenômenos do fogo são essenciais para a inserção de novas técnicas e equipamentos, e citam o ensinamento do professor Eduardo Leite Canto, o qual leciona que para se extinguir uma chama pode-se suprimir o fornecimento de combustível ou comburente no local da combustão e/ou dissipar o calor gerado a ponto de a reação em cadeia deixar de se manter. A hiperventilação do fogo, dissipará o calor que sustenta a reação em cadeia, conseqüentemente extinguindo as chamas.

O trabalho realizado por Santana e Moura tem por objetivo avaliar a utilização do soprador de folhas no combate a incêndios florestais, o qual tem por princípio a hiperventilação como forma de dissipação do calor, e conseqüente extinção do fogo.

3.4.2.1 Dos materiais e métodos

Os locais selecionados para a realização dos testes foram a fazenda experimental da Universidade Estadual do Tocantins (UFT) no município de Gurupi/TO e área particular no município de Dueré/TO. Os testes foram realizados no período de 7 a 10 de junho de 2016. Foram destinadas ao experimento parcelas de 20mx50m (1.000m²), para cada tipo de vegetação estudada, entre elas: cerrado *sensu stricto* e capim andropogon com altura média de 2,5 metros.

A montagem do cenário do teste foi realizada com a colocação de uma linha de fogo na cabeça da parcela com o auxílio de um pinga-fogo. Aguardaram por dois minutos a propagação do fogo, e logo em seguida o combatente deu início ao combate utilizando as diferentes técnicas, além disso o tempo necessário para a extinção foi cronometrado. O teste teve participação de 30 bombeiros escolhidos de forma aleatória e em caráter de revezamento nas diferentes técnicas de combate, horários e tipos de vegetação.

Quatro técnicas de combate direto a incêndio em vegetação foram selecionadas para comparação, a utilização de abafador, bomba costal, soprador de folhas e ABTF (Auto Bomba Tanque Florestal).

Apresentaram as especificações dos equipamentos. Abafador produzido com borracha, com dimensão 30cmx45cm e orifícios de 3 cm de diâmetro, e com cabo de madeira de 1,5m. Bomba costal constituída de material flexível com capacidade de 18 litros de água e com bico aspersor. Soprador de folhas composto por um motor de combustão interna, com capacidade de 1,4 litro de combustível, com fluxo de ar de 1.720m³/h e velocidade do ar de 90 m/s. ABTF equipado com tanque de capacidade de 4.000 litros de água e com uma bomba liberando uma vazão de 300 l/min com jato regulável.

Cada técnica foi repetida 3 vezes em horários diferentes, no período da manhã entre 06h30min e 08h, no período da tarde entre 13h30min e 15h e no período da noite entre 18h e 19h30min.

Realizaram análise estatística usando a ANOVA (Análise de Variância) , procedimento adotado para comparar diferentes tratamentos, com experimentos em blocos com repetições, aplicando o teste Tukey ao nível de 5% para análise dos resultados do tempo de combate para cada uma das variáveis, auxiliado pelo software ASSISTAT Versão 7.7, conforme F. A. S. Silva e C. A. V. Azevedo.

3.4.2.2 Dos resultados obtidos

Antes do início dos testes observaram que as áreas destinadas aos experimentos já se encontravam bastante secas, o que facilitaria a propagação do fogo. O capim andropogon apresentava altura aproximada de 2,5 metros, enquanto o cerrado *sensu stricto* contava com vegetação rasteira e algumas árvores de pequeno e médio porte.

Realizaram 72 testes com o objetivo de verificar a eficácia das técnicas de combate a incêndios florestais.

Em relação ao combate direto no capim andropogon puderam observar que o soprador de folhas apresentou grande eficiência, com média durante o período matutino de 300,6 segundos para a extinção do incêndio florestal e, quando comparado ao abafador com 1.059,6 segundos e a bomba costal com 508 segundos, se mostrou mais eficaz, apresentando até uma equivalência estatística ao tempo obtido pelo ABTF, que foi de 118,6 segundos. Ressaltaram que o ABTF apesar de apresentar uma grande capacidade de extinção é um equipamento robusto, restringindo sua utilização quando houver necessidade de adentrar em mata fechada

para efetuar o combate, sendo, contudo, muito útil no combate em áreas abertas. Em contrapartida o soprador não apresenta estas restrições, ou seja, permite ao combatente adentrar nesses ambientes com maior facilidade para combater o incêndio florestal.

Em relação aos testes realizados no período da tarde, a temperatura estava em torno de 38°C e apenas o ABTF obteve êxito em extinguir o incêndio, entretanto com o tempo muito próximo às outras parcelas de mata que se queimaram em sua totalidade, constaram assim a dificuldade de atuação nesse período. Ainda observaram que em virtude do capim apresentar aproximadamente 2,5m de altura o fogo chegou a atingir uma altura de 6m, irradiando grande quantidade de calor, o que dificultou a aproximação dos bombeiros para o combate direto.

No período noturno puderam observar que o combate utilizando o soprador obteve média estatística parecida ao ABTF, apresentaram respectivamente os valores de 259,8 segundos e 159,6 segundos, melhores que os alcançados pelo abafador 1.200 segundos e a bomba costal 847,6 segundos.

Também analisaram o combate direto no cerrado *sensu stricto* e constataram que o tempo de combate do soprador se apresentou próximo aqueles obtidos pelo abafador e bomba costal nos combates matutino, vespertino e noturno. Contudo, salientaram que apesar da média estatística do ABTF ter se mostrada reduzida em relação aos outros métodos, esta técnica se apresenta de difícil execução quando houver necessidade de adentrar neste tipo de vegetação, visto que sua mangueira conta com apenas 50 metros de extensão, inviabilizando seu uso em alguns casos, o que não acontece com as outras técnicas.

Figura 16 - Tempos constatados por Santana e Moura durante os testes

Tabela 1 Tempo necessário para extinção do incêndio em segundos (s)

| Vegetação Técnica | Capim Andropogon | | | Cerrado <i>sensu stricto</i> | | |
|----------------------|------------------|--------|---------|------------------------------|---------|--------|
| | Manhã | Tarde | Noite | Manhã | Tarde | Noite |
| Abafador | 1.059,6a | *252,3 | 1.200 a | 92,6 a | 188 a | 74,4 a |
| Bomba Costal | 508 a | *255,2 | 847,6 a | 86,2 a | 75,4 a | 92,8 a |
| Soprador | 300,6 b | *259,1 | 259,8 b | 71,2 a | 137,8 a | 66,8 a |
| ABTF | 118,6b | 249,6 | 159,6 b | 68,8 b | 50 b | 27,8 b |

* Não foi possível extinguir as chamas utilizando as técnicas nestes ensaios, o valor representa o tempo para a queima de toda a parcela. Os tempos das colunas seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% do teste TUKEY.

Fonte: Santana e Moura (2017)

Apontaram que a utilização do soprador se mostrou mais eficiente do que o abafador e a bomba costal nos combates realizados no cerrado nos períodos matutinos e noturnos,

atribuíram a esta constatação devido à facilidade de atuação do combatente. Outra vantagem apontada foi a possibilidade do soprador ser utilizado da formação de aceiros, o que evitaria uma possível propagação das chamas por ação dos ventos.

Acrescentam como mais uma vantagem do soprador o seu tempo de atuação, o qual pode atingir uma hora de funcionamento sem precisar de reabastecimento, além disso, o equipamento por apresentar massa próxima a 10Kg, facilita o seu transporte e traz mais comodidade na sua utilização, diferentemente das bombas costais, que cheias podem pesar cerca de 20Kg e rapidamente se esvaziam e necessitam ser reabastecidas.

Complementam informando que a melhor forma de utilizar o soprador no combate a este tipo de vegetação, cerrado, é acessando a lateral do incêndio e direcionar o jato de ar para região já queimada, além de simultaneamente formar um aceiro entre o local queimado e a área ainda intacta.

3.4.2.3 Das conclusões obtidas

Concluem afirmando que o soprador de folhas se apresentou mais eficiente no combate direto a vegetações mais rasteiras, como o cerrado *sensu stricto*, mas podendo ser empregado também em vegetações mais altas, como o capim andropogon, se aplicada a técnica correta de aproximação e dissipação do calor. Por fim, salientaram que o soprador pode ser combinado com outras técnicas de combate e a necessidade de realização de mais estudos.

3.5 DA PEQUISA REALIZADA PELO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS (CBMGO)

Em seu artigo científico “A viabilidade do uso do soprador para combate a incêndio em vegetação rasteira pelo CBMGO” de abril de 2017, a Aspirante Albuquerque (2017) entrevistou 52 bombeiros militares de diversos batalhões do estado de Goiás.

O primeiro questionamento foi sobre a experiência ou não com o equipamento, e observou que 48 dos entrevistados, ou já haviam utilizado o soprador, ou já haviam presenciado sua utilização. Concluiu que o resultado obtido demonstra o quanto o

equipamento já está inserido no cotidiano das guarnições, mesmo não sendo considerado efetivamente um equipamento de combate.

O segundo questionamento versava sobre o tempo resposta do soprador durante as operações em que estava sendo empregado. Observou que 42 dos bombeiros militares notaram menor tempo no combate, quando utilizaram o soprador. Salientou que este dado tem muita importância, visto que o tempo total de combate é fator crucial para definir a ocorrência, sendo este determinante da eficácia dos combatentes, além de poupá-los de esforços desnecessários, e permite que estejam aptos para o atendimento de novas ocorrências.

O terceiro questionamento foi quanto ao desgaste físico do combatente que utilizou o soprador. Dos entrevistados, 45 verificaram menor desgaste físico quanto da utilização do equipamento. Ao ver da Aspirante Albuquerque esse fato corroborou os estudos e robusteceu a viabilidade da utilização do soprador.

Ainda, questionou sobre qual tipo de vegetação o equipamento se apresentou mais eficaz no combate a incêndio. Das respostas apresentadas, atentando ao fato de que mais de uma resposta poderia ser selecionado pelo entrevistado, pode inferir que demonstra maior eficiência quando utilizado para o combate a incêndio em folhagens, na visão de 33 entrevistados, e em vegetação rasteira e leve, para 45 bombeiros.

A quinta questão, versou sobre o uso combinado do equipamento com os demais materiais de combate a incêndio florestal. Para 33 bombeiros o soprador é muito eficiente quando utilizado na extinção do incêndio, sucedido da bomba costal que realizaria o rescaldo. Já para 45 entrevistados o equipamento colabora para reduzir a temperatura do local, permitindo que posteriormente possa ser combatida por abafador e bomba costal. Das respostas obtidas a Aspirante Albuquerque concluiu que apesar daqueles que não preferem o soprador como equipamento para extinção o incêndio, eles aprovam sua utilização como agente suavizante, proporcionando um melhor trabalho, mais confortável e seguro, por “virar” as chamas e resfriar o ambiente.

A derradeira questão apenas teve a intenção de verificar quantos dos entrevistados possuíam o Curso de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal (CPCIF). Obteve como resposta que dos 52 entrevistados, 48 possuíam o curso. Afirmou que adotou tal medida para oferecer maior credibilidade às respostas, tendo em vista que os especialistas detêm amplo

conhecimento de métodos de extinção de incêndio e que suas respostas conferem maior relevância a pesquisa.

Concluiu seu artigo afirmando que apesar de não ser um equipamento destinado para esse fim, o soprador apresenta potencial para se tornar efetivamente um equipamento de combate a incêndio florestal.

3.6 DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS UTILIZANDO O SOPRADOR ATENDIDAS PELO CBMSC

Os dados apresentados a seguir foram disponibilizados pelo CBMSC, através do programa “E-193”. Salieta-se que referidos dados podem conter erros, visto que a inserção dos dados das ocorrências ficam a critério subjetivo dos bombeiros que atenderam cada ocorrência e confeccionaram os respectivos relatórios de serviço. No entanto, servem como base confiável para o presente estudo.

Os dados a seguir apresentados são relativos somente as ocorrências de incêndios em vegetação atendidas pelo CBMSC em que houve a utilização do soprador de folhas em seu combate, sendo desconsideradas as demais ocorrências que casualmente tenham sido atendidas por outros grupos. A pesquisa foi realizada a partir de dados coletados no período do ano de 2015 até o dia 16 de outubro de 2019.

Tabela 2 - Ocorrências E-193 utilizando o soprador de folhas no combate a incêndio florestal

| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
|----------------|-------|------|------|------|------|-------|
| 1º BBM | | | | | | 0 |
| 2º BBM | | 6 | 40 | 12 | 27 | 85 |
| 3º BBM | | | | 2 | 26 | 28 |
| 4º BBM | 3 | 208 | 116 | 135 | 95 | 557 |
| 5º BBM | | 5 | 10 | 13 | 13 | 41 |
| 6º BBM | | 8 | 46 | 21 | 51 | 126 |
| 7º BBM | | | 2 | | 1 | 3 |
| 8º BBM | 2 | 28 | 14 | 16 | 20 | 80 |
| 9º BBM | | 6 | 31 | 16 | 25 | 78 |
| 10º BBM | | | | | | 0 |
| 11º BBM | | 3 | 1 | 3 | 3 | 10 |
| 12º BBM | | 9 | 18 | 6 | 20 | 53 |
| 13º BBM | | 1 | | | 1 | 2 |
| 14º BBM | Teste | 12 | 53 | 13 | 68 | 146 |
| BOA | | | | | | 0 |
| Total | 5 | 286 | 331 | 237 | 350 | 1209 |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do sistema E-193.

Da análise detida dos dados apresentados, possível inferir-se que no ano de 2015 o CBMSC inseriu o equipamento soprador de folhas no combate a incêndios florestais em vegetação rasteira. Outrossim, extrai-se que até o dia 16 de outubro de 2019 o equipamento foi utilizado em 1.209 (mil duzentas e nove) ocorrências desse perfil. Destaca-se, ainda, ter o 14º BBM realizado teste com o referido equipamento, em 29/09/2015, no Município de Abelardo Luz (ID 60049162), no qual a Guarnição do ABTR-102 e do ASU-357 deslocaram-se ao bairro São João Maria, para bem avaliar dois sopradores em combate a fogo em vegetação numa área de aproximadamente 150m² (cento e cinquenta metros quadrados). O relatório elaborado pela guarnição foi sucinto, uma vez que deixou de apresentar dados quanto à eficácia do equipamento. Entretanto, para além da ausência de relatório pormenorizado, possível observar que nos anos posteriores o 14º BBM permaneceu utilizando o soprador para combater incêndios em vegetação rasteira. Cabe salientar, por fim, que o 4º BBM se destaca na utilização do equipamento, tendo utilizado o soprador de folhas em 557 (quinhentos e cinquenta e cinco) ocorrências, desde 2015.

Com efeito, cumpre destacar, quando da realização do levantamento dos dados anteriores, ter sido apurado que o soprador foi utilizado algumas vezes para um fim diverso daquele de combate a incêndio florestal em vegetação rasteira, qual seja, auxiliou na limpeza de estradas após a ocorrência de acidentes de trânsito. Em ambos os casos o soprador foi utilizado para afastar os detritos (estilhaços de vidro e grãos, por exemplo) para as bordas da pista e possibilitar novamente o tráfego no local.

4 DISCUSSÃO

Tendo em vista os aspectos observados na pesquisa realizada, possível extrair que os incêndios florestais superficiais são aqueles que se propagam de forma rasteira, ou seja, em locais nos quais a vegetação mede aproximadamente 1,80 metros de altura. Para combate direto dos incêndios ocorridos nas vegetações com as referidas características tem-se como técnica predominante e usual a utilização conjunta de abafadores e bombas costais.

Não obstante o alcance positivo final do método usualmente utilizado, observou-se que referida técnica apresenta algumas limitações, especialmente tocante a necessidade de aproximação do combatente junto as chamas, além do longo tempo de atuação e consequente desgaste físico do combatente.

Com efeito, em virtude dos aspectos mencionados, houve a busca por uma nova técnica para combate direto aos incêndios florestais em vegetação rasteira, qual seja, a utilização do equipamento soprador de folhas.

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo levantar informações acerca da utilização do equipamento soprador de folhas no combate direto a incêndios florestais em vegetação rasteira, com fito de avaliar sua aplicabilidade e consequentemente, analisar sua funcionalidade, método de extinção, vantagens e riscos.

O soprador de folhas foi lançado no mercado em meados dos anos 50, e conforme levantamento bibliográfico foi utilizado pela primeira vez como ferramenta ao combate de incêndios florestais em meados dos anos 60 nos Estados Unidos da América. Cumpre salientar que existem dois modelos do equipamento, quais sejam, manual e costal. O segundo atualmente é utilizado no combate a incêndios florestais, em virtude de sua maior potência e comodidade de condução. É consabido que por vezes a vegetação em que há o foco do incêndio encontra-se em local distante e de difícil acesso, circunstâncias em que o combatente precisa se deslocar a pé. Portanto, o equipamento costal assume importante papel não só com relação a sua funcionalidade, mas igualmente ao seu transporte. Manter o combatente durante o deslocamento até o local do incêndio com as mãos livres agiliza sobremaneira o início do enfrentamento do fogo, bem como possibilita que carregue outros materiais necessários para o combate.

Sob a ótica da funcionalidade, o equipamento soprador de folhas, originalmente criado para limpar e afastar folhas de uma área, se mostrou altamente eficaz quando combinado com outras técnicas de combate direto aos incêndios florestais em vegetação rasteira. Inclusive, podendo substituir a plenitude o tradicional abafador nas ocorrências em que este seria adotado. Outrossim importante salientar que além do combate direto, o soprador também pode ser utilizado especificamente para a abertura de aceiros.

Dado o exposto, a aplicação da técnica de combate a incêndios florestais em vegetação rasteira consiste na orientação do forte jato de ar do equipamento à base das chamas existente junto ao solo, ou de no máximo um metro de altura, e direcioná-lo para região já queimada, ocasião em que simultaneamente formará um aceiro entre o local queimado e a área ainda intacta.

Em relação ao processo de extinção das chamas, as bibliografias encontradas ensinam que sua ocorrência se dá por meio da hiperventilação do fogo. O jato de ar lançado pelo soprador sobre a linha de fogo afasta a massa de gases combustíveis aquecidos e as brasas ali existentes para o interior da área já queimada, tornando impossível manter a combustão na linha do fogo em virtude da dissipação do calor e conseqüente resfriamento do local. Assim, tem-se a quebra da reação em cadeia pela falta de energia de ignição, bem como pelo afastamento do material combustível (brasas), que acarreta igualmente a ruptura da reação química em cadeia por meio de um processo físico.

O combatente ao utilizar referida técnica deve acessar o incêndio pelas laterais das chamas, direcionando o jato de ar para região já queimada, de modo que seja simultaneamente confeccionado um aceiro entre o local queimado e a área ainda intacta. Deve ser seguido da utilização do abafador, o qual combaterá as chamas deixadas para trás após a passagem do operador do soprador, desta maneira aumentará a eficiência do combate, diminuindo o tempo necessário para a realização da tarefa. Tendo em vista os aspectos levantados do acervo bibliográfico, tem-se que não se deve operar o equipamento sozinho.

Não se olvida, por óbvio, que a utilização do soprador como ferramenta de combate único aos incêndios em vegetações rasteiras necessitam de mais testes, especialmente por ser uma técnica bastante recente e que demanda maiores estudos científicos sobre sua segurança plena. Contudo, seu emprego como forma complementar no combate direto aos incêndios

florestais em vegetação rasteira, em virtude dos fatos mencionados, se mostra bastante positivo.

No aspecto, de se destacar ter a bibliografia frisado de forma bastante enfática que a utilização da nova técnica ameniza sobremaneira o desgaste físico do combatente, quando comparada com a técnica usual, abafador combinado com bomba costal. Outrossim, importante ressaltar que a área total combatida e o tempo de combate apresentado pelo soprador obtiveram índices melhores quando comparado com o abafador e com as bombas costais.

Outra vantagem do soprador levantada por meio da pesquisa consiste no tempo de atuação da máquina no combate, haja vista que pode atingir uma hora de funcionamento sem necessitar ser reabastecido. Além disso, o equipamento (soprador costal) apresenta massa aproximada de 10Kg, é de fácil transporte, e se mostra mais confortável. A título exemplificativo, as bombas costais – que quando cheias podem pesar aproximadamente 20Kg – além de mais pesadas, rapidamente se esvaziam e necessitam ser reabastecidas. Salienta-se, ainda, a facilidade de transporte, visto que por vezes o local do combate pode ser distante e/ou de difícil acesso. Por fim, conclui-se que o soprador colabora sobremaneira na redução da temperatura do local, permitindo que posteriormente, quando minimizado o incêndio florestal, este possa ser combatido por abafador e bomba costal.

Quanto aos riscos, o acervo bibliográfico chama atenção acerca da necessidade de maiores estudos científicos para sua utilização plena, porquanto o soprador consiste em equipamento a combustão, o qual leva um reservatório de gasolina muito próximo ao combatente. Outro risco elencado pela bibliografia é o fato da utilização de sopradores inadequados para ocasião. No combate a incêndio florestal não deverá ser utilizado equipamento com potência inferior a 4 CV (ou 3KW), bem como a velocidade máxima do ar de saída não poderá ser inferior a de 90m/s. Isso porque, do contrário a eficácia no combate não alcançará seu objetivo, além de correr o risco de haver efeito diverso do pretendido, qual seja, ao invés de combater a chama, acaba por alimentar o incêndio florestal. Desta forma, recomenda-se a utilização dos sopradores de folhas costais, por possuírem maior potência e serem mais confortáveis para os combatentes. Como especificação no caso de Termos de Referência, sugere-se:

“Deve ser potente e confortável para quem usa. Com tecnologia que garanta baixo consumo de combustível e baixa emissão de gases poluentes. Deve ser ergonômico, leve e equipado com um exclusivo e eficiente sistema antivibratório e ainda com cintos acolchoados nos ombros. *Itens de série:* Motor: com tecnologia que proporciona baixo nível de emissão de gases poluentes e menor nível de ruído. Além do excelente torque, o sistema de lubrificação permite que o motor opere com a tradicional mistura de gasolina e óleo em qualquer posição de trabalho. *Cintos acolchoados:* que proporcionam muito conforto ao operador. *Comando multifuncional:* todos os elementos de comando que controlam a máquina numa mão. Um manejo fácil e seguro. *Sistema antivibratório:* o sistema antivibratório alivia de forma eficaz a musculatura das costas do operador. As almofadas costais reduzem a transmissão das vibrações causadas pelo motor. Com isso, os cabos também vibram muito pouco. Assim, poupa-se esforço e o trabalho se torna confortável. *Dados técnicos:* Capacidade do tanque de combustível (l): 1.4, Cilindrada (cm³): 64.8, Peso (kg) 9.8, Potência (kW/cv) 3.0/4, Velocidade máx. do ar não inferior a (m/s) 90, Volume de ar máximo com tubeira (m³/h): 1720, Rot. máx (rpm) 7200, Rot. lenta (rpm): 2500. Marca e modelo de referência: STIHL Soprador BR 600. O produto deve cumprir todas as legislações nacionais - federais, estaduais e municipais - e normativas pertinentes a sua tipologia. O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina poderá solicitar ao fornecedor, a qualquer momento, documentos, certificados e testes que comprovem a regularidade e enquadramento legal do produto.” (Autor)

Em vista disto, da análise detida do Sistema E-193 do CBMSC observou-se que no ano de 2015 foi inserido o equipamento na corporação tendo sido adotada sua utilização por quase todos os Batalhões do Estado. Até outubro de 2019 foram 1.209 (mil duzentas e nove) ocorrências de incêndio florestal em que foi utilizado o soprador como ferramenta de combate às chamas. Salienta-se, por oportuno, que os dados apresentados foram extraídos dos dados constantes no Sistema E-193.

Por todos esses aspectos, cumpre ressaltar ter o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina a missão de implementar novos equipamentos e técnicas com o objetivo de combater com excelência o controle dos incêndios florestais de forma mais célere e eficaz, com vistas a preservar o meio ambiente e resguardar o bem maior que é a vida, seja dos combatentes ou das próprias vítimas.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho foi elaborado com o propósito de contribuir para o desenvolvimento operacional da atividade de combate a incêndio florestal desempenhada pelo CBMSC. Por meio da constatação de uma carência de estudos voltados ao tema observou-se que este trabalho de conclusão de curso poderia trazer grandes benefícios à atividade operacional em questão.

Ao definir que o objetivo principal deste trabalho seria avaliar a eficácia do emprego do equipamento soprador de folhas no combate a incêndios florestais em vegetação rasteira pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, houve uma preocupação constante em referenciar a pesquisa com informações trazidas por diversos autores nacionais e internacionais, bem como doutrinas que versam sobre o assunto e que são desenvolvidas pelas principais corporações de bombeiros militares do Brasil.

A priori, de forma introdutória, o primeiro capítulo trouxe algumas generalidades sobre a atividade de combate a incêndio florestal, bem como restou demonstrada em quais situações poderiam ser inseridas o equipamento soprador de folhas. Além disso, foi externado o motivo pelo qual o presente trabalho de conclusão de curso estava sendo desenvolvido, bem como a problemática que dava origem a necessidade de estudo e a consecução da presente pesquisa.

Como forma de atingir o objetivo principal supracitado, estipularam-se alguns objetivos específicos que nortearam a busca por literaturas e a consequente produção do trabalho. Em seguida, exemplificaram-se as metodologias científicas as quais seriam utilizadas no desenvolvimento da monografia e que validariam os argumentos supra expostos.

A fim de cumprir com os objetivos específicos desta monografia, foi realizado um extenso levantamento bibliográfico relacionado ao tema, o qual foi estruturado e demonstrado em dois capítulos.

No segundo capítulo foram apresentados conceitos acerca da atividade de combate a incêndio florestal desempenhada pelo CBMSC. Contemplou-se a definição de incêndio florestal, como também os fatores que influenciam na sua propagação, além das partes que o compõem, a classificação dos incêndios e, por fim os métodos de combate. A necessidade de reunir informações em nível geral sobre a atividade de combate a incêndio florestal se fez

necessário tendo em vista a importância de situar o leitor a fim de que seja possível a compreensão do objetivo da monografia.

Dando continuidade à revisão literária, no terceiro capítulo, objetivou-se analisar alguns materiais de combate a incêndio florestal, como o abafador, a bomba costal e, especialmente, o soprador de folhas. Outrossim, restou avaliado seu emprego no CBMSC. Por meio de vastas pesquisas em fontes de referência no assunto, possibilitou-se trazer à tona as características e peculiaridades do equipamento soprador de folhas, o qual desde 2015 vem sendo utilizado na atividade de combate a incêndio florestal em vegetação rasteira pelo CBMSC.

No quarto capítulo foi retomado o assunto e realizada uma discussão sobre a totalidade do levantamento bibliográfico.

Ao final, considerando aspectos de praticidade de uso, funcionalidade e menor desgaste físico do operador observou-se que o equipamento soprador de folhas se enquadra na atividade de combate a incêndio florestal, bem como já vem sendo utilizado para este fim no CBMSC. Contudo, dada a escassez de dados acerca da funcionalidade do equipamento soprador de folhas para combate a incêndio florestal em vegetação rasteira, necessária a realização de estudos mais aprofundados sobre sua utilização, procedimentos de combate e eficácia.

Por fim, diante de uma reflexão acerca do conteúdo apresentado no desenvolvimento deste trabalho, tem-se como evidente a extrema importância que o CBMSC fomente inovações tecnológicas concernentes à atividade de combate a incêndio florestal.

O soprador de folhas, por sua vez, mostra-se como um grande aliado dos bombeiros, ao passo que traz maior agilidade, praticidade e apresenta extrema eficácia frente às adversidades atinentes ao combate direto a incêndio florestal em vegetação rasteira. Ademais, curial salientar que a redução do desgaste físico do operador favorece sobremaneira a utilização do soprador de folhas no combate direto a incêndio florestal em vegetação rasteira, quando comparado apenas com o uso do abafador – haja vista o número reduzidos de combatentes atualmente dentro do CBMSC.

Dessa forma, com base nas considerações supratranscritas, apesar do equipamento soprador de folhas já estar inserido no combate a incêndio florestal pelo CBMSC, ainda que de forma diminuta faz-se necessário o aprimoramento das técnicas e táticas ligadas a este

método de combate para expandir sua utilização de forma positiva. Deixa-se ainda como sugestão a realização de testes com o fito de comprovar e demonstrar a altura máxima da vegetação em que o combate com o soprador ainda se mostre eficaz.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Beatriz Oliveira Castelli de. **A viabilidade do uso do soprador para combate a incêndio em vegetação rasteira pelo CBMGO**. 2017. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2017/08/37-Beatriz-Oliveira-Castelli-de-Albuquerque-A-VIABILIDADE-DO-USO-DO-SOPRADOR-PARA-COMBATE-A-INC%C3%80NDIO-EM-VEGETA%C3%87%C3%83O-RAS1.pdf>>. Acesso em: 12 ago2019.
- ARAÚJO, Rogério Lima de; GONÇALVES, Almir Pereira. Ciência e tecnologia em combate a incêndios: emprego do aparelho soprador no combate a incêndio florestal. **Ignis: Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**. Ed. Especial XVI SENABOM, Florianópolis, p. 38-45, 2016.
- B.FOREST. Derrotando o fogo. **Revista B.Forest**. ed. 33. Jun 2017. Disponível em: <https://revistabforest.com.br/wp-content/uploads/2017/06/bforest-33-links.pdf?utm_source=revista-bforest&utm_medium=revista>. Acesso em: 16 mar 2019.
- BLOGOSLAWSKI, Ison Paulo Ramos. FACHINI, Olímpio. FÁVERI, Helena Justen de. **Educar para a pesquisa: normas para produção de textos científicos**. 3. ed. rev. ampl. E atual. Rio do Sul: NOVA LETRA, 2008.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: Decretada em 05 de Outubro de 1988. Institui a Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 23 maio 2019.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 2.848, de 07 de dezembro de 1940. Código Penal. **Decreto-Lei**. Rio de Janeiro, RJ, 31 dez. 1940. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm>. Acesso em: 23 maio 2019.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998b. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Lei**. Brasília, DF, 12 fev 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 23 maio 2019.
- BRASIL. Decreto nº 2.661 de 8 de julho de 1998a. Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências. **Decreto**. Brasília, DF, 08 jul. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2661.htm>. Acesso em: 05 de junho de 2019.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biomás**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas.html>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

CASTRO, Carlos Ferreira de; SERRA, Gouveia; PAROLA, José; REIS, José; LOURENÇO, Luciano; CORREIA, Sérgio. **Combate a incêndios florestais**. 2. ed. Sintra: Escola Nacional de Bombeiros, 2003.

CBMGO. **Manual operacional de bombeiros prevenção e combate a incêndios florestais**. Goiânia, 2017. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/MOB-FLORESTAL.pdf>>. Acesso em: 16 mar 2019.

CBMMS. **Corpo de Bombeiros Militar em Dourados recebe doação de Soprador Costal**. 18 ago 2016. Disponível em: <<http://www.bombeiros.ms.gov.br/corpo-de-bombeiros-militar-em-dourados-recebe-doacao-de-soprador-costal/>>. Acesso em: 16 mar 2019.

CBMSC. **Guia do Aluno – Noções em Incêndios Florestais**. 1. ed. Centro de Ensino Bombeiro Militar-CEBM, 2017.

CBMSC. **Manual de Capacitação em Combate a Incêndio Florestal**. 1. ed. Florianópolis: CBMSC, 2019.

CBMSC. **Plano Estratégico: 2018/2030**. Florianópolis: CBMSC, 2018.

CEARÁ. Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social. **Bombeiros treinam como novo equipamento para incêndio florestal**. 19 abr 2018. Disponível em: <<https://www.sspds.ce.gov.br/2018/04/19/bombeiros-treinam-como-novo-equipamento-para-incendio-florestal/>>. Acesso em: 08 jul 2019.

CIANCIULLI, Pedro Luiz. **Incêndios Florestais: prevenção e combate**. São Paulo, ed. Nobel. 1981.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002.

FORTUNATO, Mário. **Como combater focos de incêndio em zonas rurais?** 10 dez 2018. Disponível em: <<https://revistadeagronegocios.com.br/mario-fortunato-como-combater-focos-de-incendio-em-zonas-rurais/>>. Acesso em: 16 mar 2019.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica**. São Paulo, 2019b. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica: A casa da maioria dos brasileiros**. São Paulo, 2019a. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/nossas-causas/mata-atlantica/>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. Série Educação a Distância. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUARANY. **Abafador 3mm**. 2019a. Disponível em: <<http://www.guaranyind.com.br/equipamento/abafador-3mm>>. Acesso em: 14 out 2019.

GUARANY. **Bomba Costal Anti-incêndio - S4 20l**. 2019b. Disponível em: <<https://www.guaranyind.com.br/equipamento/bomba-costal-anti-incendio---s4-20l>>. Acesso em: 14 out 2019.

GUARANY. **Mochila Flexível Anti-incêndio 21l**. 2019c. Disponível em: <<https://www.guaranyind.com.br/equipamento/mochila-flexivel-anti-incendio-21l>>. Acesso em: 14 out 2019.

GUARANY. **Soprovarredor**. 2019d. Disponível em: <<http://www.guaranyind.com.br/equipamento/soprovarredor>>. Acesso em: 18 jan 2019.

HUSQVARNA. **Equipamentos para o manejo de áreas verdes ajudam no combate às queimadas**. 8 dez 2017. Disponível em: <<http://www.mundohusqvarna.com.br/assunto/equipamentos-para-o-manejo-de-areas-verdes-ajudam-no-combate-as-queimadas/>>. Acesso em: 03 jul 2019.

HUSQVARNA. **Husqvarna no combate ao incêndio - Passo 3**. 02 dez 2018. Disponível em: <<https://www.facebook.com/husqvarnabrasil/photos/a.692179107575150/1688653357927715/?type=3&theater>>. Acesso em: 16 mar 2019.

HUSQVARNA. **Sopradores husqvarna 570BTS**: Especificações. 2019b. Disponível em: <<https://www.husqvarna.com/br/produtos/sopradores/570bts/966629401/#specifications>>. Acesso em: 08 jul 2019.

HUSQVARNA. **Sopradores husqvarna combatem incêndios florestais na Bahia**. 20 ago 2016. Disponível em: <<http://www.mundohusqvarna.com.br/assunto/sopradores-husqvarna-combatem-incendios-florestais-na-bahia/>>. Acesso em: 03 jul 2019.

HUSQVARNA. **Sopradores potentes e duráveis para todos tipos de trabalhos**. 2019a. Disponível em: <<https://www.husqvarna.com/br/produtos/sopradores/>>. Acesso em: 18 jan 2019.

HUTTON, Hayden. **To blow, or not to blow?** 20 mai 2013. Disponível em: <<http://www.forestry.co.za/to-blow-or-not-to-blow/>>. Acesso em: 29 jul 2019.

IBGE. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Biomass continentais do Brasil**. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomass/documentos/Sintese_Descricao_Biomass.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2019.

ICMBIO. **Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/sejaumbrigadista.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

ICMBIO. **Mata Atlântica**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomass-brasileiros/mata-atlantica>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

IFB. **Árvores nativas da Mata Atlântica: lista completa de espécies**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/arvores-nativas-da-mata-atlantica-lista-completa-de-especie>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

INPE. **Programa Queimadas: Monitoramento dos Focos Ativos por Estados**. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas/portal/estatistica_estados>. Acesso em: 14 out 2019.

LAWNMOWERS DIRECT. **Leaf Blowers & Vacuums**. Disponível em: <<https://www.lawnmowersdirect.co.uk/category/leaf-blowers-vacuums/>>. Acesso em: 03 jul 2019.

LOURENÇO, Luciano; SERRA, Gouveia; PAÚL, José J.; PAROLA, José; MOTA, Lucília; CORREIA, Sérgio; REIS, José. **Manual de combate a incêndios florestais para equipas de primeira intervenção**. 3. ed. Sintra: Escola Nacional de Bombeiros, 2006.

MINAS GERAIS. Câmara de Proteção à Biodiversidade e de Áreas Protegidas. **ATA da 22ª Reunião**. 24 set 2018. Disponível em: <http://www.reunioes.semاد.mg.gov.br/down.asp?x_caminho=reunioes/sistema/arquivos/material/&x_nome=Item_4._Exame_da_Atad_a_22%AA_RO_de_24.09.2018.pdf>. Acesso em: 23 jan 2019.

MORAIS, José Carlos Mendes de. Tecnologia de combate aos incêndios florestais. **Revista Floresta**, Curitiba, Paraná, mai/ago 2004. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2398/2006>>. Acesso em: 03 jul 2019.

PATO DE MINAS (MG). Prefeitura Municipal. **CIMA doa sopradores para o combate a incêndios florestais ao COMPDEC**. 03 ago 2017. Disponível em: <<http://www.patosdeminas.mg.gov.br/noticias/read.php?id=5279>> Acesso em: 08 jul 2019.

SANTA CATARINA. **Constituição do Estado de Santa Catarina**: Decretada em 05 de Outubro de 1989. Institui a Constituição do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 05 out 1989. Disponível em: <http://leis.alesc.sc.gov.br/html/constituicao_estadual_1989.html>. Acesso em: 23 maio 2019.

SANTANA, Thiago Franco; MOURA, Wellington de Souza. Incêndios florestais: o estudo avalia a utilização e eficácia do equipamento tipo “soprador de folhas” no combate às chamas. **Revista Emergência**, Novo Hamburgo, mar. 2017. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/333455/>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

SANTOS, Nilton Rodrigues dos. **Noções de combate a incêndio florestal de superfície**. 2009. 92 f. Monografia (Tecnologia em Gestão de Emergências) - Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Disponível em: <https://gnuteca.cbm.sc.gov.br/html/file.php?folder=material&file=cfo_2009_nilton.pdf>. Acesso em: 18 ago 2019.

SILVA, Romildo Gonçalves da. **Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1998.

SOARES, Ronaldo Viana; BATISTA, Antonio Carlos; TETTO, Alexandre França. **Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais**. 2. ed. revisada. Curitiba, 2017.

STIHL. **Como escolher e utilizar sopradores**. 2019a. Disponível em: <<https://www.stihl.com.br/como-escolher-e-utilizar-sopradores.aspx>>. Acesso em: 18 jan 2019.

STIHL. **Manual de instruções de serviços STIHL BR 500, 550, 600**. 2019e. Disponível em: <https://www.stihl.com.br/controls/baonline/Download.aspx?Document=15_452.pdf&Name=STIHL+BR+500_+550_+600&SAPType=BG>. Acesso em: 08 jul 2019.

STIHL. **Soprador BR 600: O mais potente e confortável da categoria**. 2019f. Disponível em: <<https://www.stihl.com.br/Produtos-STIHL/Sopradores-e-aspirador/Sopradores-para-uso-agropecu%C3%A1rio/2799-1533/Soprador-BR-600.aspx>>. Acesso em: 08 jul 2019.

STIHL. **Soprador Costal – Modelo STIHL BR 600**. 2019c. Disponível em: <<https://www.stihl.com.br/Produtos-STIHL/Sopradores-e-aspirador/Sopradores-para-uso-agropecu%C3%A1rio/2799-1533/Soprador-BR-600.aspx>>. Acesso em: 18 jan 2019.

STIHL. **Sopradores e aspirador**. 2019d. Disponível em: <<https://www.stihl.com.br/Produtos-STIHL/0400/Sopradores-e-aspirador.aspx>>. Acesso em: 18 jan 2019.

STIHL. **Soprador Manual – Modelo STIHL BG 56**. 2019b. Disponível em: <<https://www.stihl.com.br/Produtos-STIHL/Sopradores-e-aspirador/Sopradores-para-uso-agropecu%C3%A1rio/21340-1533/Soprador-BG-56.aspx>>. Acesso em: 18 jan 2019.

STURM, João Rudini. **Investigação em incêndios florestais**. In: Curso de Perícia em Incêndio e Explosão. CBMSC. Florianópolis-SC, 2019.

THE BEST LEAF BLOWERS. **Finding the Best Leaf Blower: Facts You Should Know Before Buying.** Disponível em: <<https://thebestleafblowers.com/best-leaf-blower-facts-to-know-before-buying-one/>>. Acesso em: 03 jul 2019.

VIEIRA, Fernando Ireno. **Combate a incêndio florestal:** determinação do índice de eficiência global de retardantes químicos de curta e longa duração e avaliação de seus efeitos sobre a redução da intensidade do fogo em vegetação, em condições de laboratório. 2011. 77 f. Monografia (Curso de Formação de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar. Disponível em: <https://gnuteca.cbm.sc.gov.br/html/file.php?folder=material&file=cfo_2011_ireno.pdf>. Acesso em: 18 ago 2019.