

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOECONÔMICAS – ESAG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE COMANDO E ESTADO MAIOR DO CBMSC**

**ZEVIR ANIBAL CIPRIANO JÚNIOR**

**A GESTÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS  
FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA PARA O  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA  
CATARINA**

**FLORIANÓPOLIS, SC  
2016**

**ZEVIR ANIBAL CIPRIANO JÚNIOR**

**A GESTÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS COM  
INTERFACE URBANA PARA O CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA  
CATARINA**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Especialização de Administração de Segurança Pública do Centro de Administração e Socioeconômicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de especialista.

Orientador: Major BM Walter Parizotto

**FLORIANÓPOLIS, SC**

**2016**

**ZEVIR ANIBAL CIPRIANO JUNIOR**

**A GESTÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS COM  
INTERFACE URBANA PARA O CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA  
CATARINA**

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Administração em Segurança Pública.

**Banca Examinadora:**

Orientador:

---

Prof. Msc. Major BM Walter Parizotto  
Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina  
Professor Orientador

**Membros:**

---

Profª. Dra. Ana Paula Grillo Rodrigues  
Udesc – CE Florianópolis

---

Prof. Esp. Maj BM Fabiano de Souza  
Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

Dedico este trabalho a turma 2º Tenente BM Waldomiro Ferraz de Jesus, a primeira turma de Oficiais do CBMSC, uma turma de homens honestos, competentes e sobretudo, grandes profissionais, uma turma a qual tenho muito orgulho de fazer parte.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por permitir aos homens a inteligência, a sabedoria e a busca da verdade.

Ao meu amor Zanisse, esposa, amiga e companheira, que ao longo desses mais de dezessete anos de convivência, sempre me incentivou, apoiou e acima de tudo me amou incondicionalmente, saiba que se nossos caminhos não tivessem se cruzado, com certeza minha vida não seria completa.

Aos meus filhos Renzo e Sofia, motivo maior de minha busca pelo conhecimento, evolução e crescimento profissional, seus sorrisos são entusiasmo, esperança e alegria que me contagiam, são eles a razão de todo meu esforço.

Aos meus pais Zevir e Maria da Glória, de quem herdei o carinho, seriedade e a perseverança, e a quem devo meu caráter, minha educação e o aprendizado da honestidade, da bondade e da benevolência; a eles devo o homem que me tornei.

Ao meu orientador Maj BM Walter Parizotto, em primeiro lugar pela amizade e por acreditar em mim e fazer despertar a paixão pelo estudo dos incêndios florestais, em segundo lugar, por aceitar ser meu orientador em mais esta jornada, dando apoio, conhecimento e transmitindo sua experiência valorosa durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores Domingos Xavier Viegas e Luís Mário Ribeiro da Universidade de Coimbra e ao professor Alexandre França Tetto da Universidade Federal do Paraná, pelo apoio e valorosa colaboração que deram para a confecção deste trabalho.

Ao Maj BM Fabiano de Souza e a Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Paula Grillo que gentilmente aceitaram fazer parte de minha banca.

Aos amigos da briosa PMSC e PMAC que nos acompanharam durante esta breve jornada.

Aos amigos 1º Ten BM Vinícius Moura Marcolim e Fernando Pacheco que dispenderam tempo para ajudar na realização deste trabalho.

“A vantagem de brincar com fogo é que se aprende a não se queimar.”

Oscar Wilde

## RESUMO

O problema dos incêndios florestais com interface urbana constitui uma questão crítica e de importância progressiva, uma vez que, esta catástrofe era considerada até anos atrás um problema específico de alguns países como os Estados Unidos, Canadá, Austrália, Portugal e Espanha, sendo que nos últimos anos, este tipo de incêndios florestais passou a ser motivo de grande preocupação no mundo e também aqui no Brasil. Aspectos como a expansão cada vez maior das cidades, devido o aumento da população, vêm acarretando no avanço das mesmas para as áreas de floresta, sejam nativas ou plantadas, visto que, há um grande interesse econômico em torno da madeira, este valioso recurso natural, e ainda, um aumento significativo das ocorrências de incêndios florestais atribuídas também as práticas agrícolas indevidas e ao efeito estufa, por exemplo. Os incêndios florestais com interface urbana são ocorrências complexas porquê envolvem tanto o material combustível florestal quanto os materiais combustíveis presentes nos incêndios estruturais, pois eles tendem a coexistir com uma regularidade e periculosidade cada vez maiores devido a presença humana em habitações ou aglomerados habitacionais. Por ser ainda um assunto pouco estudado no Brasil, os Corpos de Bombeiros Militares não estão preparados tecnicamente para o atendimento destas ocorrências, não havendo, na maioria das vezes, protocolos ou diretrizes escritas para regular as ações práticas neste tipo de ocorrência. O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver e estabelecer um item a ser inserido sobre o assunto na diretriz de procedimento operacional padrão, com intuito de nortear os bombeiros militares que estarão a frente de ocorrências de combate a incêndios florestais com interface urbana. Observou-se também, a necessidade de inserção de uma lição, derivada deste trabalho, na formação específica do curso de formação de combatentes de incêndios florestais dos bombeiros militares e também nos cursos de formação de soldado, cabo, sargento e oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

**Palavras-chave:** Incêndio Florestal. Interface Urbana. Corpo de Bombeiros Militar.

## ABSTRACT

The problem of forest fires urban interface is a critical and increasingly important issue since the disaster was considered to years ago a particular problem in some countries like the United States, Canada, Australia, Portugal and Spain, and that in recent years, this type of forest fires has become a major concern in the world and also in Brazil. Aspects such as the expansion growing cities, due to increased population, have leading in advance of them to the forest areas, whether native or planted, since there is a great economic interest around the wood, this valuable natural resource and also a significant increase in the occurrence of forest fires also attributed the improper agricultural practices and the greenhouse effect, for example. Wildfires with urban interface are why complex events involving both forest fuel material and the combustible materials present in structural fires, as they tend to coexist with a regularity and dangerousness due to increasing human presence in housing or housing clusters. For still a subject little studied in Brazil, the Military Firefighters are not prepared technically to attend these events, there being, in most cases, protocols or written guidelines to regulate the practical actions in this type of occurrence. The aim of this study was to develop and establish an item to be entered on the subject in the standard operating procedure guidelines, with goal to guide the firefighters who will be ahead of events to fight forest fires urban interface. It was also noted the need for inclusion of a lesson derived from this work, specific training course training of forest fire fighters of firefighters and also in soldier training courses, cable, sergeant and officers of the Military Fire Department of Santa Catarina.

**Key-words:** Forest fire. Urban Interface. Military Fire Department.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tetraedro do fogo.....	20
Figura 2 - Fases da combustão .....	22
Figura 3 - Mecanismos de propagação dos incêndios .....	23
Figura 4 - Propagação dos incêndios florestais .....	24
Figura 5 - Propagação do fogo durante um ciclo diurno. ....	25
Figura 6 - Inclinação como fator de propagação dos incêndios florestais.....	28
Figura 7 - Incêndios superficiais. ....	29
Figura 8 - Incêndios de copa.....	30
Figura 9 - Incêndios subterrâneos.....	30
Figura 10 - Imagem de satélite do município de Otacílio Costa .....	37
Figura 11 - Imagem de satélite do município de Três Barras.....	38
Figura 12 - Imagem de satélite do município de Correia Pinto.....	38
Figura 13 - Ataque direto.....	56
Figura 14 - Ataque indireto. ....	57
Figura 15 - Ataque combinado. ....	58
Figura 16 - Estágios do incêndio x probabilidade de encontrar vítimas com vida.....	62

## LISTA DE SIGLAS

CBMSC	Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
DtzPOP	Diretriz de Procedimento Operacional Padrão
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUF	Interface Urbano-Florestal
IUR	Interface Urbano-Rural
ppm	partes por milhão
WUI	Wildland-Urban Interface

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
ha	hectares
HCl	Ácido Clorídrico
HCN	Ácido Cianídrico
O <sub>2</sub>	Oxigênio
O <sub>3</sub>	Ozônio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	16
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA .....	16
1.3	OBJETIVO GERAL.....	17
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.5	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	17
<b>2</b>	<b>REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>19</b>
2.1	O FOGO .....	19
2.2	CALOR.....	20
2.3	COMBUSTÍVEL.....	20
2.4	COMBURENTE.....	20
2.5	REAÇÃO EM CADEIA.....	20
2.6	FASES DA COMBUSTÃO .....	21
<b>2.6.1</b>	<b>Pré-aquecimento .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Destilação ou combustão dos gases .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.3</b>	<b>Incandescência ou consumo do carvão .....</b>	<b>22</b>
2.7	MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	22
<b>2.7.1</b>	<b>Condução.....</b>	<b>22</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Radiação .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7.3</b>	<b>Convecção.....</b>	<b>23</b>
2.8	FORMAS DE PROPAGAÇÃO .....	23
2.9	VARIAÇÃO DA PROPAGAÇÃO .....	24
2.10	VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO .....	25
2.11	INTENSIDADE DO FOGO .....	25
2.12	CLASSIFICAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS .....	25
2.13	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS .....	26
2.14	CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS .....	28

<b>3</b>	<b>OS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA .....</b>	<b>31</b>
3.1	CONCEITO E ORIGEM.....	31
3.2	OS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA NO MUNDO E NO BRASIL.....	32
3.2.1	No mundo .....	32
3.2.2	No Brasil.....	35
3.2.3	A situação do estado de Santa Catarina .....	36
<b>3.3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS E EFEITOS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA .....</b>	<b>39</b>
3.3.1	Conceito de risco.....	39
3.3.2	Fatores que influenciam os riscos para os incêndios florestais com interface urbana .....	39
3.3.2.1	Combustíveis .....	39
3.3.2.2	Rede viária.....	40
3.3.2.3	Topografia .....	41
3.3.2.4	Infraestruturas urbanas e de apoio .....	41
3.3.2.5	Medidas de autoproteção .....	41
3.3.3	Dos efeitos dos incêndios florestais com interface urbana.....	42
3.3.3.1	Ignição das edificações.....	42
3.3.3.2	Fumaça (gases da combustão) dos combustíveis florestais.....	44
3.3.3.3	Fumaça (gases da combustão) dos combustíveis estruturais.....	47
3.4	A PREVENÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA	49
3.4.1	A interface humano-florestal.....	50
3.4.2	Medidas preventivas.....	50
3.4.2.1	Medidas básicas preventivas .....	51
3.5	TÉCNICAS E TÁTICAS PARA O COMBATE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA .....	53
3.5.1	Combate aos incêndios estruturais .....	54
3.5.1.1	Ataque direto .....	54
3.5.1.2	Ataque indireto .....	56
3.5.1.3	Ataque combinado.....	57

3.5.1.4	Ataque tridimensional (resfriamento dos gases do incêndio).....	58
3.5.2	A proteção respiratória .....	60
3.5.3	Busca e resgate de pessoas .....	60
4	<b>PROPOSTA DE INSERÇÃO DE UM ITEM NA DIRETRIZ DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS DANDO O ENFOQUE PARA A GESTÃO DO ATENDIMENTO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO FLORESTAL COM INTERFACE URBANA .....</b>	<b>63</b>
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>
	<b>APÊNDICE A – PROPOSTA DE INCLUSÃO .....</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXO A – DIRETRIZ DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO..</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar de este ser um problema que já acontecia desde o final do século XIX nos Estados Unidos, foi apenas após os grandes incêndios florestais que ocorreram neste país em 1985 que surgiu o interesse e começaram a se desenvolver estudos sobre incêndios florestais com interface urbana (IUF) por iniciativa da National and State Interagency Wildland-Urban Interface Program (FIDALGO, 2011).

Grandes ocorrências de incêndios florestais com interface urbana estão ocorrendo cada vez mais com maior frequência em diversas partes do mundo, Portugal em 2003 e 2005, Grécia em 2007, Austrália em 2009, Israel e Rússia em 2010 e recentemente os Estados Unidos em 2015, são exemplos de simples incêndios florestais que se tornaram grandes catástrofes, e que, além de causar grandes estragos na área florestal destes países, originaram também grandes danos patrimoniais e a perda de vidas humanas.

A Colorado State Forest Service (2016) define que a interface florestal-urbano ou WUI, é qualquer área onde as melhorias feitas pelo homem são construídas perto ou dentro de terreno natural e vegetação inflamável, e onde um elevado risco potencial de ocorrências de incêndios florestais existe.

Conforme Fidalgo (2011), interface urbana são as áreas caracterizadas pela coexistência entre vegetação, infraestruturas e a respectiva ocupação humana, que recebem a designação para a maioria dos estudiosos portugueses, de interface urbano-florestal (IUF), e que, uma minoria de autores designam de interface urbano-rural (IUR), tendo todas estas expressões baseado suas traduções da bibliografia norte americana, wildland-urban interface (WUI).

A expansão dos WUI nas últimas décadas está gerando implicações significativas para a gestão das ocorrências de incêndios florestais e seus impactos sobre nossas vidas estão sendo cada vez mais severos, pois os WUI criam um ambiente em que o fogo pode se propagar facilmente entre combustíveis estruturais e a vegetação, sendo que esta fácil propagação aumenta a probabilidade de que os incêndios ameacem estruturas e pessoas.

Durante as últimas décadas, a população na interface aumentou, casas, empresas e diversos outros tipos de construções estão sendo construídas em áreas de florestas que têm passado historicamente por incêndios regulares, que, por sua vez, são necessários e indispensáveis para alguns ecossistemas para que as florestas permaneçam saudáveis. A fim de preservar a vida humana e a propriedade, os bombeiros têm trabalhado duro ao redor do

mundo para reprimir e controlar estes incêndios; e estas ações tem gerado efeitos negativos no funcionamento destes ecossistemas (COLORADO STATE FOREST SERVICE, 2016).

No Brasil, a preocupação com os grandes incêndios florestais foi despertada no ano de 1963, muito antes de se começar a estudar o que no futuro seria conhecido como incêndios florestais com interface urbana, onde foi atingida cerca de 10% da superfície territorial do estado do Paraná.

Enquanto ardeu, entre os meses de agosto e setembro foram destruídos 20 mil hectares de plantações, 500 mil de florestas nativas e 1,5 milhão de campos e matas secundárias. O grande incêndio passou por cerca de 128 municípios paranaenses, devastando uma área de aproximadamente 2 milhões de hectares, cerca de 5500 casas, galpões e silos foram destruídos e 110 pessoas perderam suas vidas nesta catástrofe.

O Brasil ainda presenciou outros grandes incêndios florestais como no estado de Minas Gerais em 1967, onde 12 pessoas perderam suas vidas, em Roraima em 1998 e 2003 e no Acre em 2005, felizmente estes últimos sem vítimas.

É importante ressaltar que em países como Estados Unidos, Canadá, Austrália, Portugal e Espanha, já se desenvolveram estratégias de prevenção e de educação, dirigidas especificamente para as populações das áreas de interface, no sentido de tornar mais eficaz a gestão destas áreas e dos incêndios que as afetam.

Algumas destas estratégias passam pela implementação de planos de sensibilização dos proprietários e de evacuação dos residentes e das comunidades ameaçadas ou em situações de risco (por exemplo o programa “Fire Wise”, implementado nos Estados Unidos, ou o programa “Fire Smart”, no Canadá), enquanto que outras vão no sentido do planejamento das próprias infraestruturas e das próprias habitações (programa “Shelter in Place”, implementado nos Estados Unidos), aumentando a sua resiliência ao fogo (GODWIN; KOBZIAR, 2009 apud VIEIRA et al., 2009).

Por ser um assunto pouco estudado no Brasil, os Corpos de Bombeiros Militares ainda não estão preparados tecnicamente para o atendimento destas ocorrências, não havendo, na maioria das vezes, protocolos ou diretrizes escritas para regular as ações práticas neste tipo de ocorrência.



## 1.1 JUSTIFICATIVA

A população do Brasil está concentrada em sua maioria nos centros urbanos, segundo o IBGE (2010) 84% dos brasileiros vivem em centros urbanos enquanto 16% vivem em zonas rurais.

Esta tendência para a urbanização resultou em um rápido desenvolvimento da periferia das áreas urbanas, que por sua vez, avançam com suas construções (casas, áreas de lazer, indústrias, etc.) para áreas rurais, especialmente florestas, resultando no aumento constante da área de interface florestal-urbano (WUI), que é definida como a área onde as infraestruturas urbanas e a ocupação humana se encontram ou se misturam com as áreas de floresta.

Os incêndios florestais com interface urbana são ocorrências complexas porque envolvem tanto o material combustível florestal quanto os materiais combustíveis presentes nos incêndios estruturais, pois eles tendem a coexistir com uma regularidade e periculosidade cada vez maiores devido a presença humana em habitações ou aglomerados habitacionais.

Por outro lado, os Corpos de Bombeiros Militar, competentes legalmente, no caso de Santa Catarina, com previsão disposta no artigo 108, inciso I da Constituição do Estado de Santa Catarina, é o órgão responsável por realizar os serviços de prevenção de sinistros e de combate a incêndios, devendo atuar diretamente quando houver qualquer ocorrência de incêndio florestal com interface urbana.

Entretanto, não há ainda no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina nenhuma diretriz ou protocolo que oriente seus combatentes sobre as particularidades deste tipo de ocorrência, o que certamente poderá acarretar em problemas sérios aos profissionais que estarão diretamente envolvidos nestes atendimentos, podendo resultar além da ineficiência do atendimento, também o risco de morte dos combatentes.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Neste vértice, o problema que norteará o desenvolvimento do presente trabalho busca estudar os incêndios florestais com interface urbana visando elaborar um item específico na diretriz de procedimento operacional padrão que atenda as necessidades operacionais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina em sua rotina diária para o atendimento deste tipo de incêndio florestal.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Propor a inserção de um item na diretriz de procedimento operacional padrão aspirando atender as necessidades operacionais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina nas ocorrências de incêndios florestais com interface urbana.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos do presente trabalho pode-se citar: a) a confecção de uma lição específica sobre o assunto estudado para os cursos de formação do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina; b) o desenvolvimento de estratégias de prevenção e de educação, dirigidas especificamente para as populações das áreas de interface urbana, e; c) o estudo das principais técnicas usadas por outros Corpos de Bombeiros no mundo para o atendimento das ocorrências dos incêndios florestais com interface urbana, apontando as mais eficazes para a realidade do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

### 1.5 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Com referência aos aspectos metodológicos, o trabalho será realizado utilizando a técnica da documentação indireta, a qual utiliza-se fontes primárias (pesquisa documental) como documentos, arquivos públicos e particulares, fotografias, desenhos, e também de fontes secundárias (pesquisa bibliográfica) abrangendo bibliografias já publicadas, livros, teses, monografias, boletins, pesquisas. Assim, por conseguinte, a classificação do referido trabalho em razão de seu esboço é a bibliográfica.

Conforme Fachin (2003) a pesquisa bibliográfica diz respeito ao conjunto de conhecimentos humanos reunidos nas obras, ensina ainda a referenciada autora que este tipo de pesquisa tem por objetivo principal direcionar o leitor a determinado assunto e proporcionar a produção, coleção, armazenamento, reprodução, utilização e comunicação das informações coletadas para o desempenho da pesquisa.

De acordo com Gil (1999) quanto à finalidade do trabalho a ser desenvolvido, pode-se afirmar que este se classifica como aplicada, onde este tipo de pesquisa tem como característica principal o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos. Pretende-se com este trabalho produzir uma diretriz de procedimento operacional padrão sobre o assunto, visando orientar os bombeiros militares que estarão na linha de frente enfrentando estas ocorrências. Quanto ao seu nível, o presente trabalho pode

ser classificado como exploratório. Gil (1999) nos ensina que trabalhos desta modalidade têm como finalidade primordial desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, considerando a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores e que visam propiciar uma visão geral, de tipo aproximativo, relativamente a determinado fato.

Com relação aos métodos que proporcionam as bases lógicas da investigação científica, a pesquisa utilizar-se-á do método dedutivo. Conforme Gil (1999) tal método parte do particular e coloca a generalização como produto posterior do trabalho de coleta de dados particulares.

O presente trabalho está estruturado em quatro capítulos. No primeiro capítulo será estruturada a introdução, apresentando o problema, os objetivos e a contribuição que o trabalho proporcionará a instituição CBMSC. No segundo capítulo o autor tem a intenção de mostrar aspectos gerais dos incêndios florestais, procurando passar para o leitor todo referencial bibliográfico necessário para o entendimento do assunto a ser discutido posteriormente.

No terceiro capítulo será realizado um estudo direcionado ao fenômeno dos incêndios florestais com interface urbana os quais, de maneira geral, serão necessários à compreensão da questão central do presente estudo.

Por fim, no quarto capítulo do trabalho pretende-se analisar o conteúdo abordado e desenvolver uma proposta de diretriz de procedimento operacional padrão, com intuito de nortear os bombeiros militares que estarão a frente de ocorrências de combate a incêndios florestais com interface urbana. Intenciona-se também, inserir uma lição, derivada deste trabalho, na formação específica do curso de formação de combatentes de incêndios florestais dos bombeiros militares e também nos cursos de formação de soldado, cabo, sargento e oficial para serem adotados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

## 2 REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

### 2.1 O FOGO

O fogo, do latim *focu*, pode ser conceituado como um processo (reação química) de oxidação rápida, autossustentável, acompanhada pela produção de luz e calor em intensidades variáveis (CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Outro conceito diz que o fogo é um processo de oxidação rápida acompanhado de elevação da temperatura pelo aquecimento dos produtos gasosos da combustão e pela emissão de radiação visível e invisível, ou seja, o fogo é um fenômeno que produz calor a um corpo combustível na presença de ar, consumindo-se numa rápida reação química de oxidação (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Nas florestas a combinação desses elementos torna-se mais evidente, já que a decomposição do vegetal é uma reação química de oxidação, lenta, na temperatura ambiente, com baixa liberação de calor. (PARIZOTTO, 2006)

Incêndio florestal é um fogo que queima livremente, respondendo às variações do ambiente, sendo que no meio florestal, uma vez iniciado o fogo, o calor gerado pela combustão proporcionará a energia necessária para continuidade do processo e para que esse fogo exista são indispensáveis quatro elementos básicos, combustível, oxigênio, calor e reação química em cadeia (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

A combinação desses quatro elementos é conhecida como tetraedro do fogo e a ausência de qualquer um deles impede a formação da reação, ainda que fogo e combustão são termos frequentemente usados como sinônimos, tecnicamente, o fogo é uma forma de combustão (CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Figura 1 - Tetraedro do fogo



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

## 2.2 CALOR

O calor é o componente energético do tetraedro do fogo, é a forma de energia que aumenta a temperatura e é concebida através da transformação de outra energia, por meio de processos físicos ou químicos e pode ser descrito como uma condição da matéria em movimento (CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

## 2.3 COMBUSTÍVEL

Combustível é toda a substância capaz de entrar em combustão, ou seja, é o elemento que serve de campo de propagação ao fogo, podendo ser sólidos, líquidos ou gasosos e, sendo que a grande maioria necessita passar pelo estado gasoso para, então, combinar-se com o oxigênio (CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

## 2.4 COMBURENTE

É o elemento que possibilita vida às chamas e intensifica a combustão, os agentes oxidantes são aquelas substâncias que cedem oxigênio ou outros gases oxidantes durante o curso de uma reação química (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

## 2.5 REAÇÃO EM CADEIA

A combustão é uma reação química que se processa rapidamente e, em cadeia, essa cadeia de reações, formada durante a combustão, propicia a formação de produtos intermediários instáveis, principalmente radicais livres (oxigênio – O, carbono – C,

hidrogênio -H e hidroxila - OH), prontos a se combinarem com outros elementos, dando origem a novos radicais ou, finalmente, a corpos estáveis (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Assim sendo, sempre se terão os radicais livres em uma combustão, cabendo a estes a responsabilidade de transferir a energia necessária para a transformação da energia química em energia calorífica, pirolisando as moléculas ainda intactas e, desta forma vindo a provocar a propagação do fogo uma verdadeira cadeia de reações, tornando a queima autossustentável (CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

## 2.6 FASES DA COMBUSTÃO

Os incêndios florestais representam uma grande preocupação, pois se de um lado o fogo desempenha um importante papel na manutenção de ecossistemas naturais e artificiais, a sua ocorrência de forma descontrolada pode representar uma fonte de perturbação permanente, acarretando perdas e danos materiais (NUNES, 2005).

Incêndio florestal pode ser definido como uma combustão sem controle que se propaga livremente, consumindo os combustíveis naturais de uma floresta; tendo como principal característica essa livre propagação, respondendo apenas às variações do ambiente e influências derivadas dos combustíveis naturais, clima e topografia (SOARES; BATISTA, 2007).

Entender fenômeno da combustão é importante para se poder manejá-lo mais eficientemente. A combustão é basicamente uma reação química de oxidação. A combustão do material florestal compreende três fases distintas:

### 2.6.1 Pré-aquecimento

Nessa fase é secado o combustível que parcialmente se destila, sem a existência de chamas. O calor elimina o vapor de água e continua aquecendo o combustível até a temperatura de ignição, que fica entre 260 e 400° C para a maioria do material florestal (SOARES; BATISTA, 2007).

### 2.6.2 Destilação ou combustão dos gases

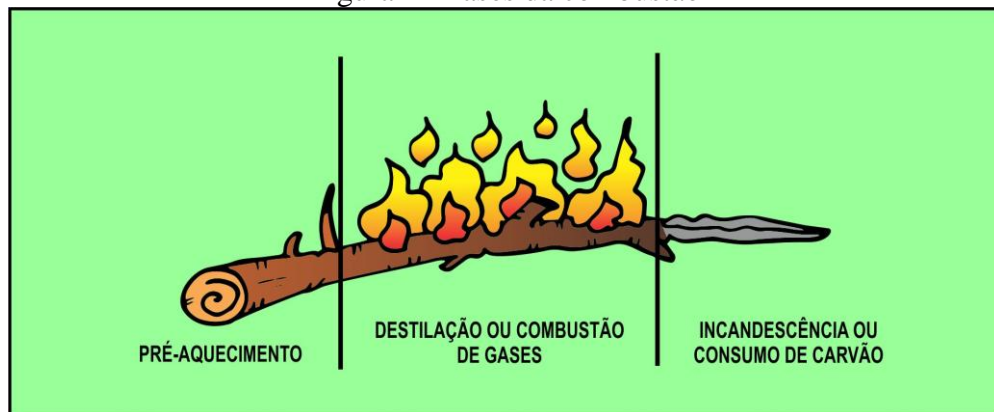
Nessa fase os gases destilados dos combustíveis se acendem e queimam, produzindo chamas e altas temperaturas que podem atingir 1250°C. Nesse estágio do processo de

combustão os gases estão queimando, mas o combustível propriamente dito ainda não está incandescente (SOARES; BATISTA, 2007).

### 2.6.3 Incandescência ou consumo do carvão

Nesta fase o combustível (carvão) é consumido, restando apenas as cinzas. O calor gerado é intenso, mas já não existem chamas nem fumaça (SOARES; BATISTA, 2007).

Figura 2 - Fases da combustão



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

## 2.7 MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Os mecanismos que determinam o processo de propagação são bastante complexos e distintos, dependem de uma série de fatores, que são fundamentais para a continuidade do processo de combustão. Uma vez que se inicia o fogo, o calor deve ser transferido da zona de combustão para os combustíveis próximos para que o incêndio avance e se propague ocorre através da condução, radiação e convecção (PARIZOTTO, 2006).

### 2.7.1 Condução

É a transferência do calor pelo contato direto com a fonte de calor. Ao aquecer a substância é aquecida ela absorve calor e sua atividade molecular interna aumenta, esse aumento da atividade molecular é acompanhado de um aumento de temperatura. Os materiais combustíveis florestais são maus condutores de calor, ao contrário do que acontece com os metais, por isso tem pequena importância na propagação dos incêndios florestais (SOARES; BATISTA, 2007).

### 2.7.2 Radiação

É a transferência de calor através do espaço, por ondas ou raios em todas as direções a velocidade da luz. A quantidade de energia que um corpo irradia varia com sua temperatura e é proporcional à quarta potência de sua temperatura absoluta. A quantidade de energia transferida decresce com o quadrado da distância entre a fonte e o receptor (SOARES; BATISTA, 2007).

### 2.7.3 Convecção

É a transferência de calor através do movimento circular ascendente de massas de ar aquecida (SOARES; BATISTA, 2007).

Todos os três métodos de propagação de calor geralmente atuam simultaneamente nos incêndios florestais, porém a importância cada método varia de acordo com a situação conforme a figura 03.

Figura 3 - Mecanismos de propagação dos incêndios



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

## 2.8 FORMAS DE PROPAGAÇÃO

Um incêndio superficial sempre tem início através de um pequeno foco e inicialmente tende a se propagar para todos os lados de forma aproximadamente circular, essa forma de propagação varia através da influência de vários fatores que controlam e definem a forma e intensidade de propagação de incêndios, em terrenos planos, o vento é o primeiro fator a manifestar sua influência, transformando a forma inicial de propagação de circular para ligeiramente elíptica, com um dos lados se propagando mais rápido do que os outros. Desse ponto em diante o incêndio toma uma forma definida, que compreende as seguintes partes:

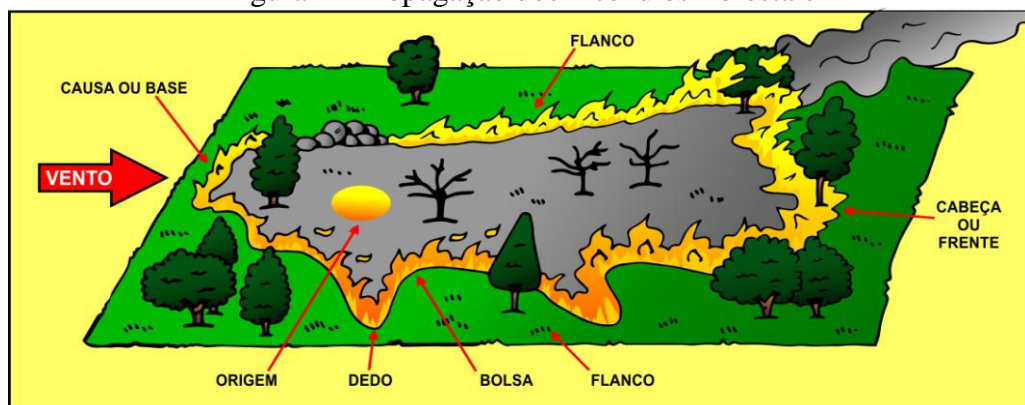


cabeça ou frente, flancos e cauda ou base (SOARES; BATISTA, 2007 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

A cabeça é a parte que avança mais rapidamente e segue a direção do vento; a cauda ou base se propaga em direção oposta de forma mais lenta, já os flancos se propagam perpendicularmente à cabeça do incêndio, ligando esse a cauda, a velocidade de propagação é sempre decrescente da cabeça para os flancos e para a cauda (SOARES; BATISTA, 2007 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Mudanças nas condições de vento ou características topográficas favoráveis podem desenvolver outras frentes de fogo a partir dos flancos, este porém, avançam de forma mais moderada e se constituem nos melhores pontos para se iniciar o combate ao incêndio, apesar do vento ser o principal elemento que dá forma e direção de propagação da maioria dos incêndios, outros elementos também influenciam, dentre eles o principal é a topografia, dando-se destaque ainda ao tipo de combustível e a cobertura vegetal (SOARES; BATISTA, 2007 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Figura 4 - Propagação dos incêndios florestais

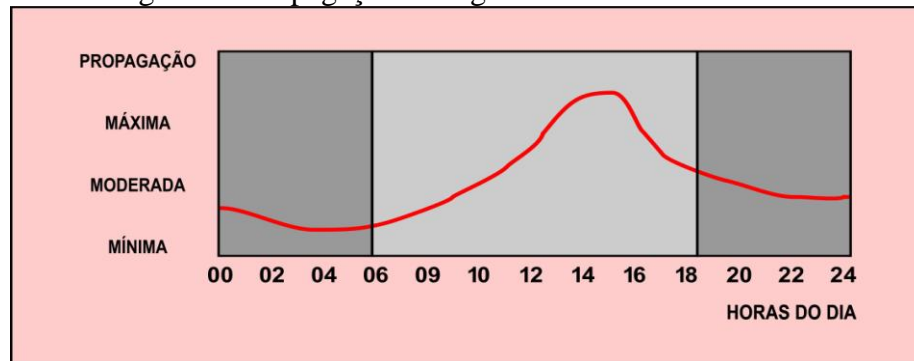


Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

## 2.9 VARIAÇÃO DA PROPAGAÇÃO

Os incêndios possuem variação diferente no decorrer do dia, pois intensidade do fogo e velocidade de propagação reagem às variações meteorológicas diurnas ou noturnas. Através da variação da propagação pode-se observar que existem horas do dia mais propícias para o combate, pois, por exemplo, os incêndios são mais facilmente combatidos nas madrugadas (SOARES; BATISTA, 2007 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Figura 5 - Propagação do fogo durante um ciclo diurno.



Fonte: Soares e Batista (2007).

## 2.10 VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO

A propagação é o termo usado para descrever a taxa segundo a qual o fogo aumenta, tanto em área quanto linearmente, estudos de comportamento do fogo, um dos mais importantes parâmetros é a taxa de propagação linear do fogo, ou velocidade de propagação, que pode ser medida em metros por segundo, metros por minuto ou quilômetros por hora (CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

## 2.11 INTENSIDADE DO FOGO

Um dos mais importantes parâmetros do comportamento do fogo é a intensidade, numericamente, é igual ao produto da quantidade de combustível disponível pelo seu calor de combustão e pela velocidade de propagação do fogo, onde alguns fatores têm uma influência muito grande na propagação e vão determinar a forma como o fogo irá se comportar, basicamente, o material combustível, que é o principal elemento dos incêndios florestais, porque sobre ele é que se tem maior facilidade de se auferir modificações, além da umidade do combustível e a compactação do combustível (SOARES; BATISTA, 2007).

## 2.12 CLASSIFICAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS

### 2.12.1 Combustível perigoso

É aquele de combustão rápida, constitui-se principalmente de material leve e finos como folhas, pequenos galhos, acículas mortas, capim seco e pequenos arbustos, onde por serem finos, perdem umidade mais facilmente e absorvem calor com mais facilidade, o que implica em ignição rápida e a combustão também ocorrerá de forma rápida acelerando a propagação (SOARES; BATISTA, 2007).

### **2.12.2 Combustível de combustão lenta**

É aquele que se constitui 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 (SOARES; BATISTA, 2007).

### **2.12.3 Combustível verde**

É todo o material vivo, que apresenta um alto teor de água, onde 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 (SOARES; BATISTA, 2007).

## **2.13 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

### **2.13.1 Temperatura do ar**

Influencia diretamente na combustão e propagação dos incêndios, porque a temperatura de ignição depende da própria temperatura inicial do combustível e também da temperatura do ar em volta do mesmo, sendo ainda que a temperatura age também sobre os outros fatores que atuam na propagação do fogo, como os ventos e a estabilidade atmosférica (SOARES; BATISTA, 2007).

### **2.13.2 Umidade relativa do ar**

O teor da umidade do material combustível na floresta é controlada, em grande parte, pela umidade atmosférica. A umidade relativa do ar é também um elemento importante na avaliação do grau de dificuldade de combate aos incêndios, quando a umidade relativa do ar desce ao nível de 30% ou menos se torna extremamente difícil combater um incêndio (SOARES; BATISTA, 2007).

### **2.13.3 Vento**

O vento influencia na propagação dos incêndios de várias maneiras, ele desloca o ar úmido do interior da floresta, aumentando a evaporação e favorecendo a secagem do material combustível, os ventos suaves certamente ajudam a provocarem a ignição do material combustível, onde após o início do fogo o vento ativa a combustão através do fornecimento de oxigênio para a reação, estima-se que 1 kg de combustível necessite aproximadamente 12,5 m<sup>3</sup> de ar para queimar (SOARES; BATISTA, 2007).

### **2.13.4 Precipitação**

As condições de inflamabilidade podem ser revertidas pelas chuvas e também o contrário, pois em longos períodos de estiagem aumenta o potencial de propagação pois ocorre a secagem progressiva do material morto e afeta o teor de umidade da vegetação verde, com isso aumenta a probabilidade de ignição e a facilidade de propagação do incêndio (SOARES; BATISTA, 2007).

### **2.13.5 Topografia**

Exerce grande influência sobre o clima e também na vegetação, sua influência nos incêndios pode ser melhor compreendida através da análise de três fatores básicos:

a) Elevação – Altas elevações na superfície da terra apresentam ar mais rarefeito e temperaturas mais baixas. Baixas elevações possuem a tendência de apresentar estações de risco de incêndio mais longas do que altas elevações, além disso, topo de montanhas e fundos de vales apresentam, diferentes condições de queima durante um mesmo período, devido às correntes de vento e as condições de temperatura e umidade predominantes nos dois locais, nos fundos dos vales o potencial de propagação de fogo é maior durante o dia, situação quês e inverte a noite (SOARES; BATISTA, 2007).

b) Exposição – É a direção do lado da montanha em relação aos pontos cardeais, ao sul do Equador, os raios solares incidem mais diretamente sobre as faces voltadas para o norte e conseqüentemente transmitem mais calor para essa exposição que para qualquer outra. A face oeste é a segunda a receber a maior quantidade de energia seguida depois pela leste (SOARES; BATISTA, 2007).

c) Inclinação – O fogo se propaga mais rapidamente nos aclives e lentamente nos declives, pois os combustíveis estão mais perto das chamas, são secados pelas nuvens de convecção (SOARES; BATISTA, 2007).

Figura 6 - Inclinação como fator de propagação dos incêndios florestais.



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

### 2.13.6 Tipos de Floresta

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, sendo que as coníferas apresentam um risco maior de inflamabilidade e um potencial maior de propagação que os povoamentos de folhosas, também as florestas implantadas estão mais sujeitas aos incêndios do que as florestas naturais (SOARES; BATISTA, 2007).

## 2.14 CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

A classificação mais adequada para definir os tipos de incêndios 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, neste caso os incêndios são classificados em superficiais, de copa, e subterrâneos (SOARES; BATISTA, 2007).

### 2.14.1 Incêndios Superficiais

Os incêndios superficiais propagam-se na superfície do piso da floresta, queimando os restos vegetais não decompostos, tais como folhas e galhos caídos, gramíneas, arbustos, enfim todo material combustível até cerca de 1,80 metros de altura. Esses materiais, principalmente durante períodos de seca, são bastante inflamáveis e por isto os incêndios superficiais

apresentam propagação relativamente rápida, abundância de chamas e muito calor. Entretanto quando comparados com outros tipos, os incêndios superficiais não são muito difíceis de combater, a não ser em condições extremamente favoráveis à propagação dos mesmos. 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 (SOARES; BATISTA, 2007 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Figura 7 - Incêndios superficiais.



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

#### 2.14.2 Incêndios de copa

São aqueles em que a propagação do fogo se dá através das copas das árvores, onde a velocidade e a intensidade do fogo são maiores e mais rápidas, devido à grande circulação do vento nessas áreas. São assim classificados independentemente do fogo superficial. Geralmente considera-se incêndio de copa aquele que ocorre em combustíveis acima de 1,80 metros de altura. Por causa de sua rápida propagação, são os incêndios que mais causam danos à vida humana e silvestre bem como às construções rurais e campestres além de trazer os maiores prejuízos à vegetação, porque a maioria das plantas não resiste a esses fogos. Com exceção de casos excepcionais, como alguns incêndios causados por raios, todos os incêndios de copa originam-se de incêndios superficiais. Este é o mais espetacular dos tipos de incêndios florestais. Propaga-se rapidamente, liberando grande quantidade de calor e tornando o combate extremamente difícil (SOARES; BATISTA, 2007 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Figura 8 - Incêndios de copa.

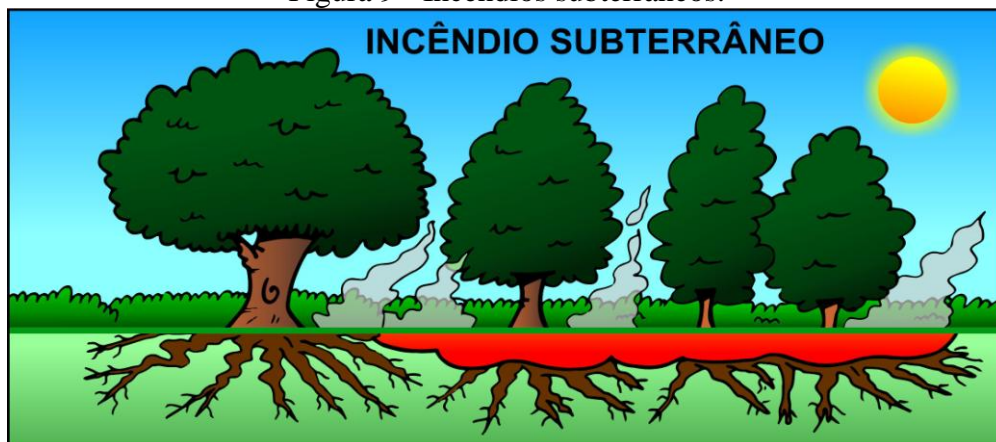


Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

### 2.14.3 Incêndios Subterrâneos

Os incêndios subterrâneos propagam-se através das camadas de húmus ou turfa existentes sobre o solo mineral e abaixo do piso da floresta. Esses combustíveis são de textura fina, relativamente compactados e isolados da atmosfera. Os incêndios subterrâneos ocorrem geralmente em florestas que apresentam grande acúmulo de húmus e em áreas alagadiças, tais como brejos ou pântanos, que quando secas formam espessas camadas de turfa abaixo da superfície. Geralmente os incêndios subterrâneos são precedidos por incêndios superficiais e em razão da baixa concentração de oxigênio disponível na zona de combustão, nos incêndios subterrâneos o fogo se propaga lentamente, sem chamas e com pouca fumaça, sendo que a intensidade do calor e o poder de destruição destes incêndios são altos (SOARES; BATISTA, 2007 apud CIPRIANO JÚNIOR, 2014).

Figura 9 - Incêndios subterrâneos.



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).



### 3 OS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA

#### 3.1 CONCEITO E ORIGEM

Os incêndios florestais com interface urbana representam um problema preocupante e de importância crescente, ainda não tão frequente no Brasil, mas, muito recorrente no hemisfério norte e Austrália, onde este tipo de incêndio tende a coexistir com uma frequência e perigosidade cada vez maiores devido a presença humana em habitações ou aglomerados habitacionais (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

O termo interface urbana vem do inglês *Wildland Urban Interface (WUI)*, sendo utilizado pela primeira vez no ano de 1974, pelo físico C. P. Butler do Stanford Research Institute, segundo Butler, o fogo de interface é qualquer ponto onde o combustível que alimenta o incêndio florestal muda de combustível natural (florestal) para combustível produzido pelo homem (urbano), sendo que, para que isto aconteça é necessário que o incêndio florestal esteja perto o suficiente para que as partículas incandescentes ou as chamas possam ter contato com as estruturas (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Conforme Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) foi o Blue Ribbon Panel no ano de 2000 que definiu os incêndios florestais com interface urbana de forma simplificada, sendo definido como o espaço onde a vegetação e as estruturas coexistem num ambiente propício aos incêndios, analisando deste ponto de vista, verificamos que uma boa parte do território brasileiro se encaixa nessa definição.

Um incêndio florestal depende basicamente de um combustível para queimar, uma fonte de energia que gere calor e do oxigênio para manter e alimentar a combustão, tirando o oxigênio que, em um incêndio florestal é abundante e inesgotável, durante a ocorrência destes incêndios há a liberação de energia que permite que os combustíveis florestais se incendeiem e mantenha sua propagação, porém, quando um incêndio florestal se aproxima de estruturas urbanas há uma alteração significativa na estrutura destes combustíveis, ou seja, o material florestal (árvores, arbustos, etc.) dá lugar ao material que é confeccionada as residências e aglomerados urbanos, além dos materiais, eletrodomésticos, móveis, por exemplo, que estão no interior destas construções, alterando significativamente a composição do combustível do incêndio.

Esta alteração do combustível gera uma alteração no comportamento do incêndio e, conseqüentemente, a mudança de sua forma de combate, a ordem de prioridades em um incêndio florestal com interface urbana é obrigatoriamente a proteção das vidas humanas,



depois o patrimônio e só após o combate propriamente dito (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

No caso de grandes incêndios, muitas vezes não é possível fazer o atendimento a todas as frentes do sinistro com os recursos disponíveis, é evidente que o grau de destruição das casas, edifícios e construções depende do material utilizado nas mesmas, do seu estado de conservação e da existência ou não de meios de defesa. A proximidade da fonte de energia, ou seja, o incêndio, pode ser um fator determinante para a ignição das estruturas urbanas, caso existam mecanismos de defesa que provoquem a diminuição da intensidade destes incêndios, por exemplo, a remoção da cobertura florestal próximo as áreas urbanas, a probabilidade de ignição destas estruturas será reduzida significativamente.

## 3.2 OS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA NO MUNDO E NO BRASIL

### 3.2.1 No mundo

O problema dos incêndios florestais com interface urbana foi identificado há anos atrás nos Estados Unidos, despertou uma preocupação exclusiva e assim fez por merecer um estudo mais detalhado e pormenorizado. Alguns dos piores desastres envolvendo vítimas dos incêndios florestais estão relacionados pontualmente a proximidade destes incêndios a aglomerados populacionais (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

O quadro 1 compilada de Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) mostra os piores incêndios florestais com interface urbana que atingiram os Estados Unidos e a Austrália.

Quadro 1 - Incêndios florestais com interface urbana que atingiram os Estados Unidos e Austrália e danos relacionados.

Data	País	Localização	Fatalidades	Área Queimada (hectares)	Casas destruídas
1825	EUA e Canadá	Maine (EUA) e New Brunswick (Canadá)	160	1.200.000	15.000
1871	EUA	Wisconsin e Michigan	1.500	1.500.000	-
1894	EUA	Minnesota	418	140.000	-
1910	EUA	Idaho e Montana	86	1.200.000	-
1918	EUA	Minnesota	551	101.000	12.000
1939	Austrália	Victoria	71	2.000.000	1.300
1944	Austrália	Victoria	20	1.000.000	927
1947	EUA	Maine	16	71.000	1.200
1962	Austrália	Victoria	8	100.000	454
1963	EUA	New Jersey	7	74.000	458
1969	Austrália	Victoria	23	250.000	230
1977	Austrália	Victoria	8	103.000	116
1983	Austrália	Victoria	47	210.000	1.511
1983	Austrália	South Australia	28	208.000	383
1985	Austrália	Victoria	5	102.000	180
1991	EUA	Northern California	25	615	2.103
2001	Austrália	New South Wales	-	300.000	121
2003	EUA	Southern California	22	320.000	3.400
2003	Austrália	ACT	4	1.300.000	519
2007	EUA	Southern California	17	210.000	3.069
2009	Austrália	Victoria	170	450.000	3.500

Fonte: Viegas, Ribeiro e Rossa (2011).

Nos últimos 20 anos alguns incêndios florestais com interface urbana foram notícia nos mais diversos meios de comunicação do mundo, abaixo foram citados os que mais tiveram repercussão na mídia.

Estados Unidos (Califórnia), 2003: Uma série de incêndios florestais que ficaram conhecidos como *2003 Firestorm*, arrasou parte do território do estado da Califórnia, consumindo cerca de 320.000 ha, destruindo cerca de 3600 casas e vitimando 22 pessoas, entre elas um bombeiro.

Esta série de incêndios foi responsável pela evacuação do controle aéreo de San Diego e Los Angeles afetando todo o tráfego aéreo dos Estados Unidos, o incêndio iniciou no dia 25 de outubro e só foi debelado no dia 5 de dezembro de 2003, cerca de 100 bombeiros ficaram feridos.

Portugal (Coimbra), 2003: Apesar de não ter havido vítimas, o incêndio florestal que atingiu Coimbra, produziu grandes estragos na sétima cidade mais populosa de Portugal, sendo que mais de dez edifícios foram incendiados na periferia, somando-se a centenas de casas que foram consumidos pelas chamas, milhares de pessoas foram forçadas a abandonar suas residências, foram consumidos uma área de mais de 9.000 ha.

A fumaça produzida pelo incêndio foi uma das consequências mais visíveis do desastre, chegando ao seu ápice no dia 22 de agosto, onde a cidade amanheceu coberta por uma espessa camada de fumaça que transformou o dia em noite, centenas de pessoas, na sua grande maioria crianças e idosos, foram para os hospitais em razão dos efeitos nocivos da fumaça.

Grécia, 2007: Em meados de 2007, uma série de aproximadamente 3000 incêndios florestais assolaram a Grécia, especialmente o Peloponeso, a maioria dos incêndios foram causados intencionalmente, sendo que as altas temperaturas que chegaram a mais de 40°C e a seca, contribuíram para a propagação rápida dos incêndios.

O verão do ano de 2007 trouxe a Grécia um dos piores incêndios florestais que o país já enfrentou, ao todo arderam cerca de 270.000 ha, foram destruídas cerca de 3.000 casas e foram vitimadas ao todo 76 pessoas, mais de 110 povoadamentos foram afetados diretamente pelos incêndios, a fumaça derivada dos incêndios causou grandes estragos na saúde do povo grego.

Austrália (Victoria), 2009: O evento que ficou conhecido como *Black Saturday Bushfires*, encontrou temperaturas acima de 45°C e ventos de mais de 90 km/h que formaram as condições ideais para que começassem uma série de incêndios que se iniciaram no dia 7 de fevereiro e em pouco mais de 10 horas consumiram cerca de 400.000 ha do estado de Victoria.

No total cerca de 50 incêndios atingiram o estado de Victoria, sendo que 6 deles atingiram proporções devastadoras, ao todo foram vitimadas 173 pessoas e foram destruídas mais de 1850 casas, a cidade de Marysville foi fortemente afetada, calcula-se que cerca de 80% da cidade foi consumida pelas chamas.

Rússia, 2010: Do final de julho a meados de agosto de 2010 a Rússia foi atingida por uma onda de incêndios florestais que vitimaram mais de 50 pessoas e devastaram cerca de 832.000 ha, foram destruídas milhares de casas e dezenas de milhares de pessoas foram obrigadas a abandonar suas casas, naquele que ficou conhecido como o verão mais quente da história, desde que começaram os registros oficiais, há 130 anos.

Muitas pessoas acabaram morrendo em decorrência da fumaça produzida por estes incêndios, a capital do país, Moscou foi invadida por uma nuvem de fumaça que permaneceu sobre a cidade durante dias.

Israel, 2010: Em dezembro de 2010, Israel viveu seu maior desastre natural de sua história contemporânea, o grande incêndio consumiu cerca de 5.000 ha de floresta mediterrânea ao norte do país, vitimando 44 pessoas e centenas de casas das localidades de Ein Hod, Nir Hetzion e Yemin Hod, cujos habitantes foram evacuados, foram arrasadas pelo fogo, mais de 17.000 pessoas tiveram de deixar suas residências por causa do incêndio.

### **3.2.2 No Brasil**

Os incêndios florestais com interface urbana ainda não têm a atenção o qual este tipo de desastre faz jus no hemisfério norte aqui no Brasil, talvez pelo fato de que recentemente ainda não presenciamos uma catástrofe de grandes dimensões que vitimasse várias pessoas envolvendo esta modalidade de incêndios florestais. A preocupação com os grandes incêndios florestais foi despertada ainda no ano de 1963, com o grande incêndio do Paraná, contudo, o assunto ficou recluso a algumas universidades e pesquisadores e a produção de trabalhos científicos na área, bem como, o incentivo a pesquisas ainda é muito modesto.

No Brasil, chama a atenção o fato de que o cultivo das florestas plantadas está crescendo, a projeção de plantio é otimista para os próximos anos devido à demanda dos setores madeireiros, moveleiros, energéticos e de celulose, o Ministério da Agricultura em 2010, já estudava aumentar a área das florestas plantadas do Brasil, de 6 para 9 milhões de hectares, até 2020, ou seja, em 50%, para se ter uma ideia, em 2005 eram 3.681 milhões de hectares de florestas naturais (93%) e 271 milhões de hectares de florestas plantadas (7%) no mundo.

Na sequência, serão citados alguns incêndios florestais com interface urbana que tiveram repercussão midiática no Brasil, entretanto, há dificuldades de se encontrar dados estatísticos confiáveis com relação ao tema em razão do escasso registro e controle feito pelos órgãos responsáveis.

Paraná, 1963: Este grande incêndio florestal, que é até hoje o que mais vitimou no Brasil, iniciou-se como resultado de baixas temperaturas combinado com uma longa estiagem e veio a atingir cerca de 10% da superfície territorial do estado do Paraná.

Enquanto ardeu, entre os meses de agosto e setembro foram destruídos 20.000 hectares de plantações, 500.000 de florestas nativas e 1.500.000 de campos e matas

secundárias. O grande incêndio passou por cerca de 128 municípios paranaenses, devastando uma área de aproximadamente 2.000.000 de hectares, cerca de 5500 casas, galpões e silos foram destruídos e 110 pessoas perderam suas vidas nesta catástrofe, o fogo cessou apenas quando começaram as chuvas.

Minas Gerais, 1967: O incêndio florestal que atingiu o Parque Estadual do Rio Doce foi grave em razão das perdas humanas. Doze pessoas morreram, todas pertencentes à equipe de combate a incêndio da região, cerca de 9.000 hectares foram destruídos pelo fogo.

Roraima, 1998 e 2003: A seca prolongada que atingiu a região Norte no ano de 1998, resultado da ação do El Niño foi um dos motivos que levou a esse grande incêndio florestal nos meses de fevereiro e março. Os danos ecológicos praticamente não existiram, já que a área atingida se regenerou facilmente. No total, estima-se que a área devastada tenha sido de 1.500.000 de hectares de plantações e pastos. A área de floresta queimada correspondeu a aproximadamente 7% da soma dos sistemas florestais de Roraima.

Em 2003, grande parte da mesma área atingida em 1998 foi novamente tomada pelo fogo nesse ano e potencializada pela estiagem e baixa umidade do ar. Cerca de 500.000 hectares foram atingidos.

Acre, 2005: Esse incêndio teve maiores proporções devido à forte seca que atingiu a área em setembro do ano de 2004. O fogo devastou uma área de aproximadamente 600.000 hectares e atingiu em especial as regiões sudeste e noroeste do estado.

### **3.2.3 A situação do estado de Santa Catarina**

Segundo a ACR (2016) o setor florestal de Santa Catarina é o maior exportador de madeira serrada do Brasil, com 38% das exportações, representa 27% da exportação nacional de chapas compensadas e é o 4º maior exportador de chapas de madeira reconstituída, o setor de base florestal catarinense representa 33% da balança comercial e 40% do volume de produtos exportados pelo estado. O setor florestal é o 4º maior gerador de divisas (R\$ 1,63 bilhão) e responsável enquanto setor pelo segundo maior PIB do estado, ficando atrás apenas do agronegócio, o setor ainda é responsável por 90.600 empregos diretos (13% do total do setor florestal do Brasil) e 260.000 empregos indiretos.

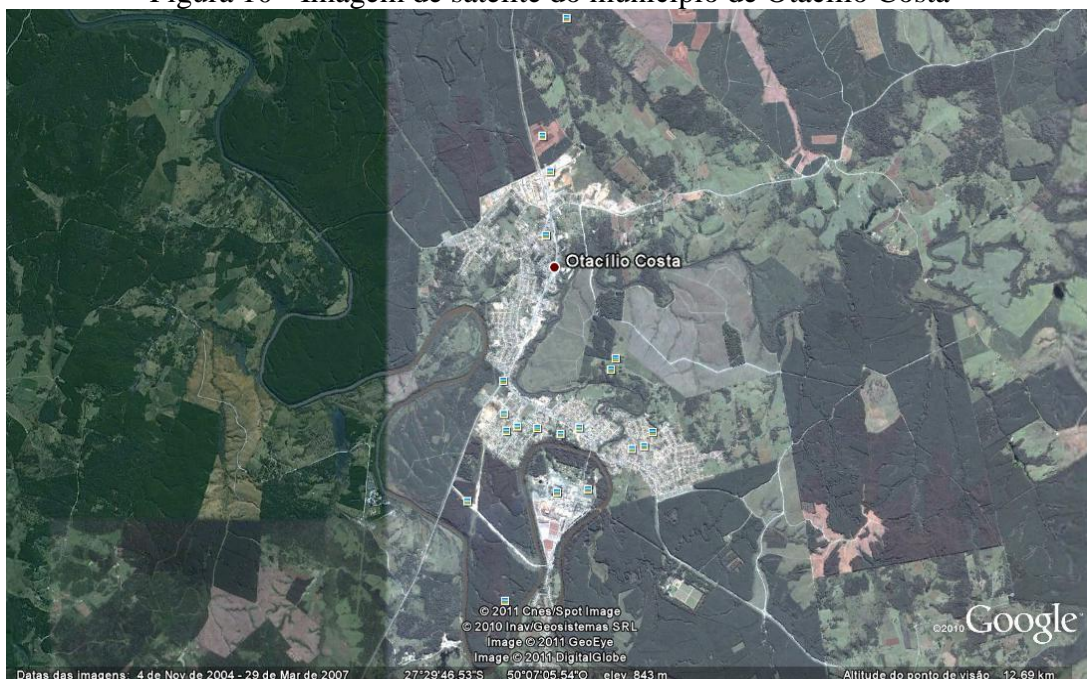
Santa Catarina possui atualmente cerca de 646.000 ha de florestas plantadas, destes, 83% são *pinus* (539.000 ha) e 17% são *eucalyptus* (107.000 ha), o que coloca o estado como o 2º maior em área de *pinus* plantada no Brasil, o estado ainda é referência quando se trata de PMMVA (Produtos de Madeira de Maior Valor Agregado).

Como se pode perceber facilmente o estado de Santa Catarina têm no setor florestal uma das suas principais atividades econômicas, e este por sua vez, crescem anualmente, o que vem aumentando o tamanho das áreas das florestas plantadas. A maioria das espécies cultivadas é exótica, destacando-se o *pinus* originário das regiões árticas da América do Norte, Europa e Ásia e o *eucalyptus* originário da Austrália, ambos, possuem alta inflamabilidade e estão por todas as regiões do estado de Santa Catarina, muitas vezes cercado cidades inteiras.

As figuras 10, 11 e 12 abaixo nos mostram alguns dos exemplos espalhados pelo estado e de quanto pode ser preocupante esta situação, as cidades de Otacílio Costa (17.835 habitantes), Três Barras (18.945 habitantes) e Corrêa Pinto (14.785 habitantes) estão cercadas por florestas plantadas de empresas madeireiras, a proximidade e principalmente o volume de árvores existentes nestes locais, são suficientes para que, em caso de ocorrência de um incêndio florestal de grande magnitude, evolua para um incêndio florestal com interface urbana de grande dimensão, que certamente irá causar grandes problemas para os habitantes destas cidades.

Um ponto positivo destas cidades é que além das brigadas de incêndio das empresas florestais todas elas possuem unidades do Corpo de Bombeiros Militar, o que, em caso de ocorrência de um grande incêndio florestal com interface urbana com certeza faz muita diferença.

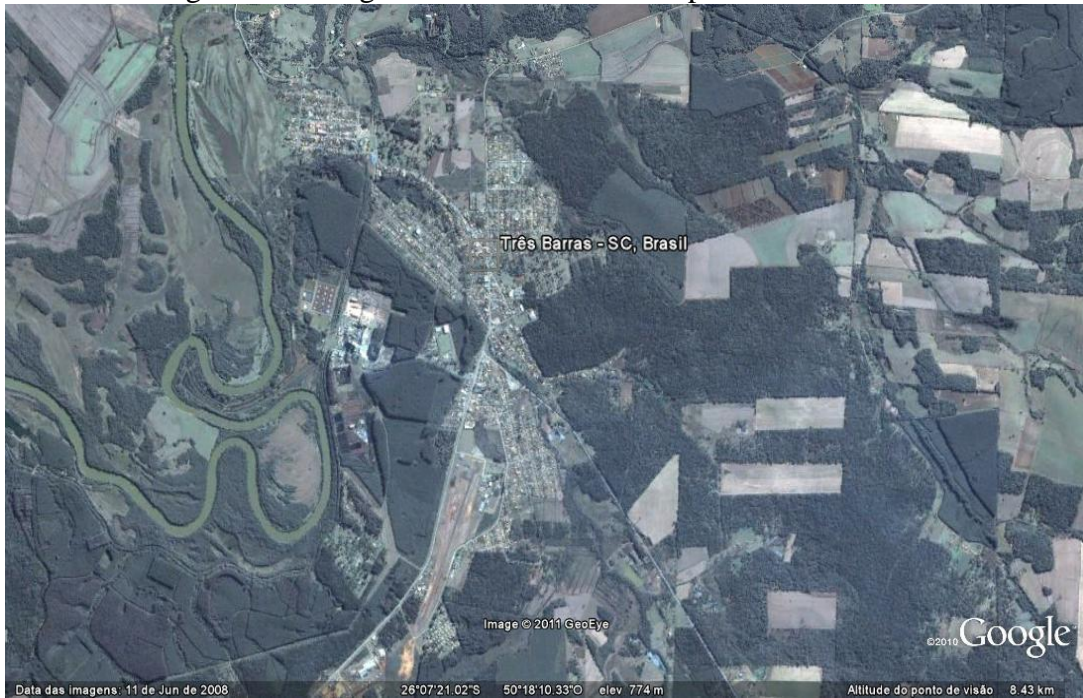
Figura 10 - Imagem de satélite do município de Otacílio Costa



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

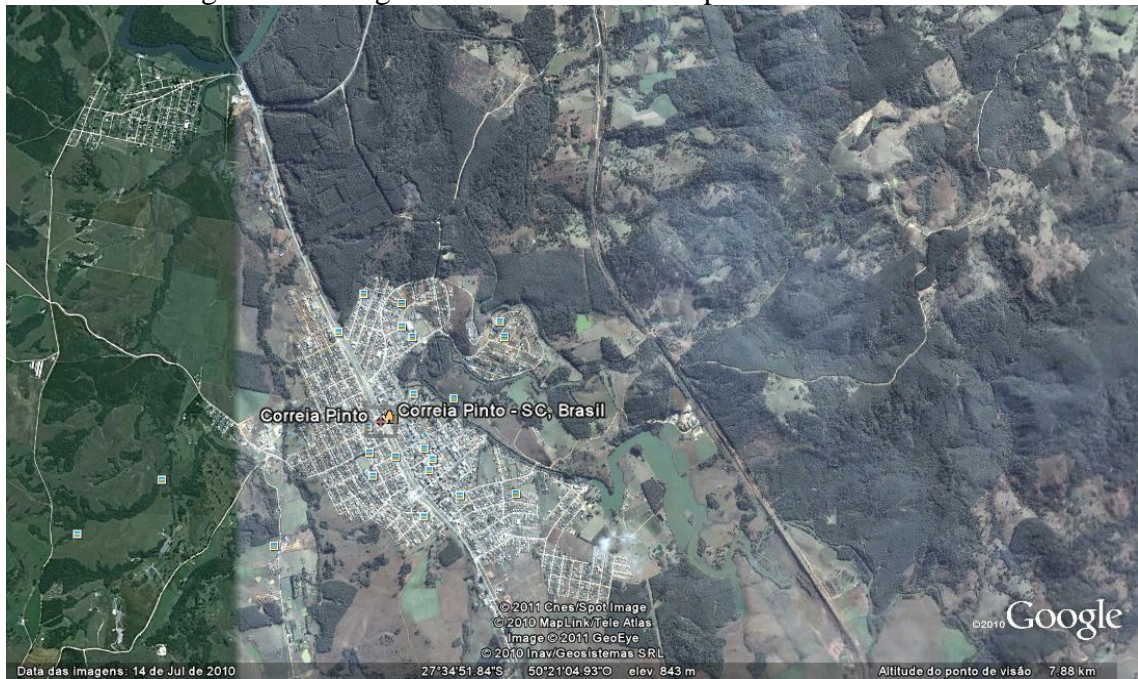


Figura 11 - Imagem de satélite do município de Três Barras.



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

Figura 12 - Imagem de satélite do município de Correia Pinto.



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2014).

### **3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS E EFEITOS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA**

#### **3.3.1 Conceito de risco**

De acordo com Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) não existe padronização a respeito do conceito de risco entre os especialistas, países ou tradições linguísticas, contudo, a terminologia internacional faz distinção entre risk, danger e hazzard, assim é possível defini-los da seguinte forma:

- a) Fire risk ou risco de incêndio, ou seja, a probabilidade de que ocorra um incêndio em algum lugar e em algum momento, considerando a natureza e incidência de um agente causador (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).
- b) Fire hazzard ou perigo de incêndio, indica a predisposição de ignição e de supressão de um incêndio em função dos combustíveis disponíveis para queimar (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).
- c) Fire danger, que também pode ser chamado de perigo de incêndio, contudo, esta definição indica a facilidade de ignição, velocidade de propagação, dificuldade de contenção e o impacto de um incêndio, usualmente é representado como um índice (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

#### **3.3.2 Fatores que influenciam os riscos para os incêndios florestais com interface urbana**

O risco de um determinado incêndio florestal torna-se um incêndio florestal com interface urbana e provocar danos, sejam eles pessoais ou patrimoniais depende de alguns fatores, destacarei alguns, sem uma ordem de importância, mas que merecem ser descritos.

##### **3.3.2.1 Combustíveis**

Segundo Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) os combustíveis florestais existentes nos incêndios florestais com interface urbana podem influenciar no risco do incêndio de formas diferentes conforme sua disposição e localização:

- a) Os combustíveis existentes na periferia de zonas urbanas, formando barreiras ou zona de interface entre as construções e o espaço florestal;
- b) Os combustíveis existentes dentro dos espaços urbanos, formando ilhas de vegetação;



c) Os combustíveis misturados com as habitações no espaço urbano.

O gerenciamento destes combustíveis em uma situação de incêndio deverão ser definidos de acordo com a situação encontrada, nunca deixando de observar as características dos combustíveis presentes, pois, estes irão influenciar diretamente no comportamento do fogo.

O aumento da descontinuidade (horizontal ou vertical), o espaçamento entre as árvores, as desramações são medidas preventivas que poderão ser adotadas levando em conta aspectos próprios dos locais ameaçados como a topografia ou a rede viária, contudo, podemos ainda adotar os mesmos conceitos para gestão dos combustíveis nos incêndios florestais com interface urbana que são usados na gestão dos espaços florestais, são eles redução, conversão e isolamento ou remoção física (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Redução consiste basicamente em reduzir a quantidade de combustível através de desbastes, fogo controlado ou desrama, objetivando a diminuição da intensidade do incêndio, vindo por sua ação preventiva a transformar um possível incêndio de copa em um incêndio de superfície.

Conversão seria uma técnica que visa substituir as espécies de combustíveis florestais mais inflamáveis por espécies menos inflamáveis e com maior teor de umidade, com intuito de diminuir a intensidade do fogo e a passagem do incêndio de copa em um incêndio de superfície.

Isolamento ou remoção física dos combustíveis objetiva criar barreiras que ajudem a diminuir a intensidade ou parar a propagação de um incêndio de superfície.

Deve-se deixar claro que esta gestão para combustíveis florestais não tem como objetivo principal impedir a progressão do incêndio, mas sim, modificar o comportamento do incêndio, através da diminuição de sua intensidade, velocidade e comprimento da chama, de forma que, quando o sinistro vir a atingir as construções ou o espaço urbano, tenha pouca possibilidade de causar grandes estragos (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

#### 3.3.2.2 Rede viária

Em se tratando de rede viária alguns aspectos como a densidade da rede viária, a largura, o estado da pavimentação e a visibilidade são essenciais quando se visa debelar um incêndio florestal com interface urbana ou se pretende ter sucesso nas medidas de evacuação, as redes viárias ainda são importantes para atuarem como elemento de descontinuidade dos combustíveis florestais (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Em Portugal, por exemplo, a legislação preconiza que os combustíveis em torno da rede viária de acesso as habitações devem ser geridos numa distância mínima de 10 metros para cada lado.

### 3.3.2.3 Topografia

Na avaliação de risco, a localização de uma estrutura é fundamental, pois além da facilidade de acesso que é importante para as equipes de combate, deve ser observadas outras questões importantes, por exemplo, se compararmos duas construções iguais (mesmos materiais de construção, vegetação ao redor da construção, interior, etc.) em uma área florestal, porém, uma localiza-se no fundo de um vale e a outra a meia encosta ou no topo, percebemos que o risco implícito é muito diferente, o fogo no vale terá um potencial de comportamento menos perigoso que um fogo na meia encosta ou no topo, por isso a referência de que a gestão dos combustíveis deve estar de acordo e orientada baseada nas condições locais (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

### 3.3.2.4 Infraestruturas urbanas e de apoio

As infraestruturas urbanas devem estar bem documentadas devendo os meios de combate ter o conhecimento da localização de tanques sépticos, redes de gás, drenos, linhas elétricas subterrâneas, pois podem causar acidentes durante o combate ou a proteção dos aglomerados urbanos (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) ensinam ainda que a avaliação de risco dos incêndios florestais com interface urbana deve considerar a existência ou não das estruturas de apoio ao combate aos incêndios (Corpos de Bombeiros), pois, a existência destas estruturas próximas, aumenta a probabilidade de sucesso no combate a passagem de um incêndio, em razão da diminuição do tempo resposta, outra vantagem é a existência de hidrantes de rua, que são pontos de água acessíveis e que fazem toda a diferença para a defesa das edificações.

### 3.3.2.5 Medidas de autoproteção

Os Estados Unidos e a Austrália são exemplos de países que desenvolveram programas de incentivo as populações para que estas desenvolvam seus próprios meios de defesa, o *Fire Wise*, o programa americano, por exemplo, propõe um modelo de comunidades resistentes a passagem do fogo, estimulando nos habitantes a cidadania e reconhecendo as ações através de prêmios de mérito (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

A primeira medida de autoproteção, evidentemente, é a gestão de combustíveis ao redor das edificações, a exemplo Portugal, que possui legislação vigente sobre o tema, a lei orienta que a gestão deve ser individual em edificações confinantes com o espaço florestal e coletiva nos aglomerados habitacionais:

- a) A gestão de combustíveis em nível individual deverá ser feito numa faixa de pelo menos 50 metros em volta de todas as edificações, habitadas ou não, nos espaços rurais, sendo os donos dos terrenos obrigados a gestão, mesmo que não sejam os proprietários das edificações.
- b) A nível coletivo a faixa deve ser de pelo menos 100 metros em volta dos aglomerados populacionais.

### **3.3.3 Dos efeitos dos incêndios florestais com interface urbana**

A ocorrência de um incêndio florestal com interface urbana resulta em uma sucessão de efeitos que podem ser visualizados tanto na área florestal quanto na área urbana, o grau destes efeitos geralmente depende da intensidade do incêndio, o qual, por sua vez, depende de outros fatores, como por exemplo, as condições meteorológicas, o combustível e a topografia.

Os impactos e consequências resultante dos incêndios florestais com interface urbana poderão ser maiores e mais graves nas áreas urbanas do que nas áreas florestais em razão da inflamabilidade dos combustíveis de que são feitas as habitações, dos objetos, móveis, etc. que estão no interior destas habitações e também pela quantidade de pessoas que vivem nas áreas urbanas, deste modo, de forma sucinta, será abordado os dois efeitos mais significativos nas ocorrências de incêndios florestais com interface urbana:

#### **3.3.3.1 Ignição das edificações**

As edificações em uma ocorrência de incêndio florestal com interface urbana podem entrar em ignição por três formas sendo estas a radiação, a convecção e a projeção das partículas destes incêndios.

Na radiação, o calor proveniente do incêndio é proporcional a sua intensidade e o comprimento de suas chamas, e, a probabilidade de ignição de uma estrutura por radiação é maior quando aumenta o tamanho das chamas, a área da estrutura exposta as chamas, a duração da exposição da estrutura as chamas e quando diminui o espaço entre as chamas e as estruturas (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Na convecção, a ignição depende do contato entre as chamas e a estrutura, é mais importante o tempo de exposição as chamas do que o tamanho das chamas, em locais que possuem declive acentuado, este tipo de ignição é mais fácil (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

A projeção de partículas dos incêndios é o tipo que mais comumente causa a ignição das edificações. Estas partículas podem percorrer grandes distâncias e ultrapassar a descontinuidades de combustível, sendo que a existência de pontos de exposição nas habitações (janelas, portas, telhados, dutos de ventilação, etc.) pode ser o suficiente para uma partícula incandescente derivada de um incêndio, contudo, a facilidade desta ignição, depende muito do tipo de material de construção usado na habitação e também da existência de material combustível em quantidade suficiente para provocar a ignição, em contato com a habitação (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Segundo Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) há vários fatores que podem influenciar na ignição de uma habitação e que podem exercer uma influência conjunta entre eles, entretanto, de forma geral, todos os fatores que influenciam nos riscos dos incêndios florestais com interface urbana também são potenciais agentes que podem provocar a ignição das habitações.

Os combustíveis na periferia das edificações são fatores que tem uma importante contribuição para o fator segurança das edificações, pois, a proximidade da vegetação a uma edificação, oferece uma probabilidade grande de que esta seja destruída por um incêndio florestal, porém, não só os combustíveis florestais podem contribuir com a ignição das edificações, mas também os combustíveis estruturais, que são constantemente encontrados próximos das edificações, e assim como os combustíveis florestais, podem sofrer ignição e manter a combustão, por exemplo, galpões, pilhas de lenha, bujões de gás, mobiliário de jardim, anexos, estábulos, cercas, etc., caberá aos proprietários a responsabilidade de controlar os elementos que poderão desencadear os focos de ignição visando minimizar os impactos de um possível incêndio (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

A topografia é um fator que influencia na proximidade das chamas nas estruturas, ou seja, em locais com aclive, o fogo tende a se propagar mais rápido e ser mais intenso em razão das colunas de convecção que agem aquecendo o material combustível acima, facilitando a propagação do incêndio. Outro problema são as edificações que ficam a meia encosta, nestas situações, a gestão dos combustíveis devem ser mais intensas na metade de baixo, visando eliminar o combustível e interromper a propagação do incêndio. Em situações de declive também há um risco eminente em razão das chamas que se apresentam deitadas e tendem a

atingir mais facilmente os combustíveis nas proximidades (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

O vento talvez seja o fator mais perigoso na transição do incêndio florestal para um florestal de interface urbana, pois, gera um efeito semelhante ao da topografia, podendo aumentar as chamas aproximando-as da vegetação ou das estruturas urbanas. O vento transporta as partículas em combustão que podem dar origem a focos secundários, que por sua vez, se transformam em novos incêndios que vão influenciar diretamente na propagação do incêndio principal e em sua intensidade, fator determinante para atingir as edificações próximas a área sinistrada (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

O tipo e estado de conservação das edificações é outro fator preponderante em alguns países que utilizam principalmente a madeira como base para as construções, a exemplo os Estados Unidos e a Austrália, no sul da Europa, geralmente as estruturas em bom estado de conservação geralmente resistem a passagem dos incêndios e servem até de abrigo para as populações, neste caso a facilidade de ignição destas edificações vai depender da existência de pontos fracos por onde o fogo vai poder penetrar na estrutura, por exemplo, janelas, portas, dutos de ventilação, telhados, etc., pois quando as estruturas não se encontram em bom estado de conservação fica mais fácil o contato do fogo com o interior das estruturas (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Os combustíveis no interior das edificações são os combustíveis mais fáceis de entrar em combustão, a exemplo, os móveis, cortinas, carpetes, deve-se evitar que o fogo consiga ter contato com estes combustíveis, fechando e defendendo os pontos por onde o fogo poderá passar e vigiar uma possível ignição no interior, principalmente nos combustíveis mais sensíveis e mais próximos das aberturas para o exterior (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

### 3.3.3.2 Fumaça (gases da combustão) dos combustíveis florestais

Quando ocorre um incêndio florestal geralmente dizemos que a combustão é incompleta, ou seja, além da produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) – combustão completa – existem outros subprodutos nessa reação. Quando um hidrocarboneto queima em oxigênio, a reação gerará dióxido de carbono, monóxido de carbono, água entre outros compostos como óxido de nitrogênio, dependendo da composição do combustível. Também há liberação de átomos de carbono, sob a forma de fuligem. A combustão incompleta é muito mais comum que a completa e produz um grande número de subprodutos (SOARES; BATISTA, 2007).

Na combustão completa teremos apenas a liberação de água, CO<sub>2</sub> e calor, portanto, não haveria liberação de produtos potencialmente poluidores ao meio ambiente. Em uma combustão completa, o reagente irá queimar no oxigênio, produzindo um número limitado de produtos e uma chama oxidante, azul. Contudo, as queimas completas são raras de se alcançarem, geralmente realizadas em laboratórios. Nos incêndios florestais a queima nunca é completa e, portanto, será prejudicial ao ar atmosférico.

Para Soares e Batista (2007), é importante avaliar o efeito do incêndio florestal na atmosfera e, para tanto, devemos verificar a porcentagem da emissão de gases poluentes. O CO<sub>2</sub> e a água são as resultantes em 90% do resultado da queima nos incêndios florestais. Os 10% restantes são formados principalmente por partículas e hidrocarbonos e são responsáveis pelo impacto na qualidade do ar. A porcentagem de emissão de hidrocarboneto relativamente ao conteúdo em carbono do combustível pode ir aos 2 - 3%, sendo metano o componente principal com um valor de 0,5%.

Há uma diferença importante que deve ser levada em consideração quando se estuda a ação da fumaça como um dos efeitos mais perigosos dos incêndios florestais, quando esta fumaça é proveniente da queima de combustíveis florestais seus efeitos são nocivos, mas certamente mais amenos do que a fumaça produzida em um incêndio florestal com interface urbana, em razão da diversidade de combustíveis com alta inflamabilidade que o incêndio encontra nas habitações e no interior destas.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Segundo Lobert e Warnatz (1993) as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) são em média 80 a 85% da massa de carbono do combustível. Para fogos de baixa intensidade, essa porcentagem pode descer ao nível de 50%, enquanto os incêndios de grande intensidade podem atingir 99%.

**Partículas:** De acordo com Soares e Batista (2007), o mais importante elemento individual das emissões dos incêndios é a fração de partícula em suspensão na fumaça. Essas partículas são constituídas por uma complexa mistura de fuligem, alcatrão e substâncias orgânicas voláteis, geralmente microscópicas, com dimensões entre 0,001 a 10 micra, sendo a fumaça visível que elas geram a maior fonte de problema, além de ser a maior causa da redução da visibilidade, as partículas menores do que 3 micra pode afetar o sistema respiratório.

**Monóxido de carbono (CO):** Dependendo da concentração e do tempo de exposição ao monóxido de carbono, o ser humano pode sofrer prejuízos a sua saúde, podendo ocasionar a morte, é um gás levemente inflamável, incolor, inodoro e muito perigoso devido à sua grande toxicidade. É produzido pela queima em condições de pouco oxigênio (combustão

incompleta). Nos incêndios florestais, o CO é o produto poluente mais abundante, contudo, cabe ressaltar que sua concentração geralmente é menor do que 10% dos produtos resultantes da combustão. Na comparação com a concentração de CO expelido pelos veículos, o monóxido de carbono dos incêndios florestais representam um risco potencial muito menor.

De acordo com Soares, Batista (2007) estudos realizados durante a ocorrência de incêndios florestais tem mostrado valores de até 200 ppm (partes por milhão) bem próximo as chamas. A concentração média cai para 60 ppm quando medida as margens do fogo e desce para 10 ppm quando medida a 30 metros. Quando comparados ao monóxido expelido pelos veículos, temos a medição de 200 ppm nos tuneis de rodovias, onde a produção é constante.

**Óxido de Nitrogênio:** Quando exposto a temperaturas próximas a 1500°C o nitrogênio presente na atmosfera transforma-se em óxido de nitrogênio, acarretando efeitos fotoquímicos (poluição do ar – camada roxa acinzentada) e ozônio (O<sub>3</sub>) (Forma-se normalmente quando as moléculas de oxigênio (O<sub>2</sub>) se rompem devido à radiação ultravioleta, e os átomos separados combinam-se individualmente com outras moléculas de oxigênio – tem a função de proteção contra a radiação ultravioleta do sol).

Nas queimas controladas normalmente não haverá a produção de óxido de nitrogênio, na medida em que as temperaturas não atingem a temperatura necessária. Contudo, mesmo em pequenas temperaturas, pequenas quantidades de óxido de nitrogênio podem se formar através de compostos nitrogenados presentes no combustível florestal.

**Hidrocarbonetos:** Para Soares, Batista (2007) os hidrocarbonos resultantes de um incêndio florestal compreendem uma classe diversificada de compostos, contendo hidrogênio, carbono e oxigênio. Os hidrocarbonos de baixo peso molecular, como a olefina e os aromáticos polinucleares, mesmo em pequenas quantidades, ocasionam a névoa e danos à saúde humana. Para que haja a formação desses hidrocarbonetos, é necessário que a temperatura do incêndio florestal atinja o intervalo entre 700 a 850°C, sendo que cada tonelada de combustível consumido, resulta entre 5 e 20Kg do produto. Quando comparado a gasolina, por exemplo, para cada tonelada consumida pelo incêndio, resulta em pelo menos 65 Kg de hidrocarboneto.

**Queima controlada:** Nas queimas controladas a intensidade tende a ser menor do que nos incêndios sem controle, desta forma as emissões de poluentes tonam-se menores, a fumaça originada das queimas controladas pode causar problemas de poluição do ar, embora muito menos graves que os causados pelas indústrias. No entanto, aplicando-se princípios básicos de meteorologia no manejo da fumaça, pode-se usar cientificamente o fogo, para se alcançar certos objetivos, sem poluir o ambiente. A queima deve ser feita quando existe vento

constante e sob condições atmosféricas que permitam o movimento vertical do ar (atmosfera instável) para dispersar a fumaça.

Não se deve queimar durante períodos de ocorrência de inversões térmicas a baixa altitude. À noite, por exemplo, o fogo geralmente produz mais fumaça e ela permanece por mais tempo próxima à superfície, devido à inversão de temperatura e ao movimento do ar frio na direção dos declives (SOARES; BATISTA, 2007).

No estudo realizado por Martin, Dell e Juhl (1976 apud SOARES; BATISTA 2007), evidenciou-se que a queima a favor do vento produz mais poluentes do que contra o vento, técnica geralmente utilizada na aplicação do contra-fogo. No quadro 2 temos um resumo dos dados de emissões observados em queimas contra e a favor do vento.

Quadro 2 - Resumo dos dados de emissões observados em queimas contra e a favor do vento.

Emissão	Quantidade Emitida (kg/ton de combustível consumido)		Efeito sobre o homem
	Contra o vento	A favor do vento	
Dióxido de carbono	1.000 a 2.0000	1.000 a 2.000	Nenhum
Água (vapor)	500 a 1.000	500 a 1.000	Visibilidade
Partículas	1,5 a 25	25 a 100	Visibilidade e saúde
Monóxido de carbono	10	75	Saúde (próximo ao fogo)
Hidrocarbonos	5	20	Fotoquímico e saúde
Óxido de nitrogênio	1	3	Fotoquímico e ozônio

Fonte: Soares e Batista (2007).

### 3.3.3.3 Fumaça (gases da combustão) dos combustíveis estruturais

A fumaça e a fuligem causam inúmeros problemas, diminuem a qualidade do ar provocando doenças respiratórias, como asma e renite, atingindo principalmente, crianças e idosos, e às margens das rodovias podem diminuir a visibilidade dos motoristas e provocar acidentes graves.

Quando atinge a interface urbana o incêndio produz uma fumaça que constitui-se basicamente de pequenas partículas sólidas de carbono em suspensão, misturadas a uma combinação de vapores quentes. Algumas das partículas suspensas na fumaça podem ser apenas irritantes, outras, porém, podem ser fatais, o tamanho da partícula determinará a que profundidade esta penetrará no sistema respiratório, sendo que as maiores serão retidas nas fossas nasais, e as menores tanto mais penetrarão no trato respiratório quanto menor forem, podendo atingir até mesmo a região da troca gasosa, os alvéolos pulmonares (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).



Os gases da combustão podem ser conceituados como aquelas substâncias gasosas que surgem durante o incêndio estrutural e permanecem mesmo após os produtos da combustão serem resfriados até alcançarem temperaturas normais. A quantidade e os tipos de gases da combustão presentes durante e depois de um incêndio estrutural variam fundamentalmente com a composição química do material da combustão, com a quantidade de oxigênio disponível e também com a temperatura do incêndio (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Os efeitos da fumaça e dos gases tóxicos sobre as pessoas dependem do tempo de exposição, da concentração dos gases na atmosfera e também, em grande parte, das condições físicas e resistência dos indivíduos expostos.

Atuar num ambiente de incêndio significa expor-se a combinações de agentes irritantes e tóxicos, cuja variedade e intensidade não se conhecerá com exatidão, dada a diversidade e quantidade de combustíveis existentes no ambiente, contudo, estudos demonstram que é comum ser encontrados os seguintes produtos no processo da combustão em edificações: monóxido de carbono; dióxido de carbono; ácido clorídrico, ácido cianídrico e acroleína (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Monóxido de Carbono (CO): É um gás sem cheiro e sem cor, portanto imperceptível ao ser humano. Está presente em todos os incêndios e quanto menor for a ventilação maior será a quantidade de monóxido de carbono produzida, em vista da combustão incompleta do carbono. Apesar de ser incolor, sabe-se que quanto mais escura for a fumaça, mais altos serão os níveis de CO. O monóxido de carbono tem uma afinidade de combinação com a hemoglobina do sangue 200 vezes maior que o oxigênio, de forma que o sangue passará a transportar para as células o monóxido de carbono ao invés do oxigênio, matando-as (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Quadro 3 - Porcentagem/Sintomas referentes a concentração de CO no ar.

CO (% no ar)	Sintomas
0,02	Ligeira dor de cabeça e algum desconforto
0,16	Dor de cabeça, tontura e náuseas. Inconsciência após 30 minutos
0,64	Dor de cabeça, tontura e náuseas. Inconsciência após 10 minutos
1,28	Inconsciência imediata. Morte em 1 a 3 minutos

Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2013).

Dióxido de Carbono (CO<sup>2</sup>): O dióxido de carbono ou gás carbônico não é tóxico como o CO, porém, é produzido em grandes quantidades nos incêndios estruturais e sua inalação em

quantidade produzirá aumento da velocidade e intensidade da respiração. Inalar ar com teores acima de 4% CO<sub>2</sub> provocará mal estar, desmaios e dores de cabeça, e com 10%, morte em poucos minutos (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Ácido Clorídrico (HCl): É formado pela combustão de materiais que contenham cloro, como o PVC e é um potente agente irritante.

Ácido Cianídrico (HCN): É produzido a partir da queima de materiais que contenham nitrogênio, tais como, lã, seda, nylon, e resinas que contenham ureia. É um gás extremamente tóxico (20 vezes mais potente que o monóxido de carbono) e atua no organismo impedindo a utilização do oxigênio pelas células (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Acroleína: Potente irritante sensorial e pulmonar mesmo em baixas concentrações, é formada a partir da combustão de materiais celulósicos e de polietilenos e seus efeitos poderão ocasionar a morte por complicações pulmonar horas depois da exposição (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

#### 3.4 A PREVENÇÃO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA

A prevenção dos incêndios florestais com interface urbana por ser uma ação muito particular a região onde este tipo de desastre ocorre, torna-se praticamente impossível se ter um padrão definido destas ações, pois por exemplo, quando pensamos na forma que as construções são feitas em diferentes locais do mundo, temos uma ideia desta diversidade, nos Estados Unidos, Canadá e Austrália as construções usam basicamente madeira, este é um material mais suscetível as chamas do que o concreto e a alvenaria, base das construções do sul da Europa e na maioria no Brasil.

As medidas abaixo relacionadas são extraídas de Portugal, onde de certa forma há uma aproximação com o Brasil na forma de se construir uma residência. Contudo, há uma particularidade no Brasil com relação as favelas, onde estas geralmente são construídas com madeiras de baixa qualidade e que não apresentam nenhum padrão mínimo de segurança, porém, geralmente, estas comunidades estão inseridas nos centros urbanos, longe das áreas de interface florestal urbana, o que de certa forma, é mais seguro para as pessoas que habitam estas construções.

Outra particularidade do Brasil, mais precisamente na região sul, é que existem muitas residências construídas com madeira nas cidades, mas também, em quantidade considerável nas áreas rurais, justamente as áreas de interface florestal urbana, as autoridades devem ter

especial atenção com este tipo de construção, uma vez que elas são menos seguras do que as residências de concreto e alvenaria.

### **3.4.1 A interface humano-florestal**

A interface humano-florestal é um plano específico que visa proteger as pessoas e os bens em casos de incêndios e mapear potenciais focos de ignição, uma vez que estas ações contemplam locais que pode existir uma concentração sazonal ou periódica de pessoas que por si só não mereciam particular atenção, contudo, a ocorrência de um incêndio florestal com interface urbana pode trazer graves problemas as pessoas que utilizam estas estruturas (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Nos ensinam Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) que estes planos de proteção devem ser elaborados visando salvaguardar as vidas humanas que se encontram nestes locais. Pode-se identificar um conjunto de procedimentos a serem considerados nestas zonas:

- a) Identificação das competências de atuação;
- b) Identificação de grupo de riscos;
- c) Identificação dos principais problemas locais de interface humano-florestal;
- d) Definição de estratégias locais de defesa;
- e) Definição de prioridades locais de defesa;
- f) Definição de critérios para evacuação;
- g) Definição de rotas para evacuação;
- h) Identificação das zonas de segurança;
- i) Informação/sensibilização.

### **3.4.2 Medidas preventivas**

A falta de informação é geralmente o principal problema relacionado aos incêndios florestais com interface urbana quando se fala em medidas preventivas, portanto, a prevenção e a sensibilização são fatores fundamentais, em locais como Portugal, por exemplo, para as autoridades locais incutirem uma cultura prevencionista nas comunidades que sofrem este risco.

No Brasil, pelo que foi pesquisado, não há ainda um trabalho específico que vise a conscientização e prevenção com relação aos incêndios florestais com interface urbana.

Uma das principais questões para as pessoas que são afetadas pelos incêndios florestais com interface urbana é o fato de ficar ou não para defender sua edificação, esta

decisão, que muitas vezes é óbvia, depende muitas vezes de vários fatores como as tradições de cada região, de cada país, do tipo e do estado do incêndio, das condições de segurança oferecidas pelo aglomerado urbano e das edificações e até o modo de atuação das forças de segurança (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

No caso de ser previsível que o incêndio atinja as edificações, a população deverá ser evacuada para um local seguro, priorizando crianças, idosos e pessoas incapacitadas, esta evacuação antecipada é de extrema importância para a prevenção de acidentes, principalmente com relação aos congestionamentos na rede viária.

Tomando como exemplo Portugal, onde as construções são geralmente sólidas e resistentes ao fogo, são considerados os melhores locais para se permanecer abrigado em caso de incêndio, tomando como base a estatística, não há muitos registros de mortes dentro das construções na Europa, o que é mais frequente, é acontecerem acidentes com pessoas que decidiram abandonar suas edificações no último momento e são apanhadas pelo fogo ou pela fumaça (VIEGAS; RIBEIRO; ROSSA, 2011).

Com intuito de evitar situações como estas as autoridades aconselham que exista sempre algum nível de preparação das comunidades com medidas preventivas para autodefesa. Existem algumas medidas e sugestões que podem ser tomadas e informadas as pessoas nos locais onde há risco de ocorrer um incêndio florestal com interface urbana.

#### 3.4.2.1 Medidas básicas preventivas

Conforme Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) são medidas que devem ser tomadas anualmente fora da época de incêndios, visando minimizar o impacto destes nas edificações, de forma geral, é a gestão de combustíveis nas imediações das edificações, pode-se salientar as seguintes medidas:

- a) Remover todas as plantas secas, árvores e arbustos em áreas de contato com as habitações;
- b) Plantar espécies florestais de baixa combustibilidade;
- c) Desramar os arbustos e cortar a vegetação rasteira com regularidade;
- d) Reduzir o excesso de folhas, vegetação e ramos baixos de árvores;
- e) Criar uma zona de proteção da habitação, fazendo desbastes nas árvores e arbustos ao redor da casa; é importante remover toda vegetação alta e seca;

- f) Eliminar árvores jovens e arbustos que cresçam debaixo da copa de árvores, com intuito de evitar o incêndio de copa. A desramação deve ser realizada até uma altura de 3 a 4 metros do solo.

#### 3.4.2.2 Medidas de preparação para proprietários

Ensina Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) que são medidas que deverão ser tomadas pelos proprietários antes da época dos incêndios.

- a) Guardar os documentos mais importantes em um local seguro, que seja de fácil transporte em caso de ocorrência de incêndio, também é aconselhável fazer uma cópia e deixar em um local seguro, por exemplo na casa de um parente que não sofra este risco de incêndio;
- b) Fazer fotos da casa e seu interior, esta medida simples é uma forma do proprietário provar o que possuía em casa para seguradoras;
- c) Realizar um seguro de sua residência;
- d) Confeccionar uma lista de evacuação onde nesta conste roupa, comida e outros objetos importantes a serem levados em caso de evacuação;
- e) Criar rotas de fugas onde sejam incluídos pontos de encontros em locais seguros que sejam conhecidos por toda família;
- f) Cuidar da segurança de todos animais domésticos.

#### 3.4.2.3 Atuação durante a aproximação e passagem dos incêndios

De acordo com Viegas, Ribeiro e Rossa (2011) no caso do incêndio se aproximar os proprietários devem ter atenção para alguns aspectos:

- a) Manter a calma e pedir ajuda caso seja necessário, informar as autoridades sobre a situação e seguir as instruções dadas;
- b) Usar o celular apenas para chamadas urgentes;
- c) Fechar todas as entradas e janelas, incluindo portas, garagem e outras aberturas que permitam a entrada de fagulhas para o interior das edificações;
- d) Manter ferramentas e água sempre disponíveis, incluir uma pá e uma mangueira comprida, encher baldes e outros recipientes grandes com água;
- e) Proteger-se das chamas e do calor, usar calça, camisa de manga comprida, calçados, luvas e um lenço ou toalha para proteger o rosto do calor e da fumaça;

- f) Não molhar a roupa, a água é uma boa condutora e aquece rapidamente podendo provocar queimaduras graves;
- g) Retirar os bujões de gás do interior das residências e relocar para um local seguro;
- h) Preparar os automóveis para uma rápida evacuação se necessário, deixando-os estacionados sempre de frente para a rota de fuga planejada;
- i) Caso a evacuação seja necessária, dirigir-se para o local seguro previamente planejado.

### 3.5 TÉCNICAS E TÁTICAS PARA O COMBATE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS COM INTERFACE URBANA

O combate dos incêndios florestais se diferencia muito do combate a incêndio estrutural, primeiro por conta do material que está em combustão, nos incêndios florestais é apenas um tipo de material, o florestal, nos incêndios estruturais são os mais variados materiais, plásticos, combustíveis, móveis, tecidos, etc., o que certamente influenciará na intensidade e na propagação deste incêndio, outro fator é com relação às técnicas e táticas para combate destes incêndios, que obviamente não são iguais e o terceiro fator que pode ser elencado é a questão da proteção do combatente, no incêndio florestal este equipamento é mais leve e não se faz uso de equipamento de proteção respiratória, em razão principalmente da temperatura que este incêndio alcança em um ambiente aberto, nos incêndios estruturais é imprescindível o uso de um equipamento de proteção individual mais pesado e de equipamento de proteção respiratória em razão do calor do incêndio e dos gases provenientes da combustão dos materiais que inicialmente são combatidos em um ambiente fechado, confinado.

Quando o incêndio florestal atinge uma área urbana e evolui para um incêndio florestal com interface urbana, há uma mudança total nas técnicas e táticas para combate e também com relação aos equipamentos de proteção individual e respiratória, neste sentido, o incêndio perde sua característica florestal e assume a característica de incêndio estrutural urbano, e diferente dos incêndios florestais onde se admite uma modesta propagação no momento em que as equipes estão fazendo o controle, nos incêndios florestais com interface urbana não é possível admitir a propagação no momento do controle, sob pena do incêndio se propagar para outra construção, vindo assim as equipes a terem de aumentar gradativamente as linhas de combate deste incêndio.

Outra diferença importante é a prioridade, pois poderá haver pessoas no interior das construções que estarão em chamas, caso isso ocorra, a prioridade das equipes de combate serão as pessoas, depois o patrimônio e o combate às chamas propriamente dito, as equipes de combate deverão fazer as varreduras no interior das construções devendo se certificar se há ou não pessoas para se, caso tenha pessoas no interior das construções, as equipes deverão fazer o resgate antes de começarem o combate às chamas.

Na sequência, serão abordadas as técnicas mais comuns de combate a incêndios estruturais que serão usadas em ocorrências de incêndios florestais com interface urbana, noções sobre proteção respiratória e busca e resgate, não serão abordadas as técnicas de combate dos incêndios florestais em razão de não se tratar do objeto específico deste trabalho.

### **3.5.1 Combate aos incêndios estruturais**

A aplicação de água num incêndio será bem-sucedida se a quantidade utilizada for suficiente para resfriar o combustível que está queimando para temperaturas abaixo do seu ponto de combustão. As equipes de combate precisam escolher o ataque adequado, para obterem a extinção mais rápida, mais segura e menos danosa, de acordo com as condições encontradas, são formas de ataque aos incêndios com a utilização de água: ataque direto, ataque indireto, ataque combinado, ataque tridimensional (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

#### **3.5.1.1 Ataque direto**

O mais eficiente uso de água para a extinção de um incêndio em queima livre é o ataque direto. As equipes de combate deverão estar próximas ao incêndio, utilizando jato contínuo ou chuveiro, sempre concentrando o ataque para a base do fogo, até extingui-lo. Não se deve lançar mais água que o necessário para a extinção, isto é, quando não se visualizar mais chamas. Em locais com pouca ou nenhuma ventilação, as equipes de combate deverão usar jatos intermitentes e curtos até a extinção do fogo. Os jatos não devem ser empregados por muito tempo, sob pena de perturbar o balanço térmico (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

O balanço ou equilíbrio térmico é o movimento dos gases aquecidos em direção ao teto e a expansão de vapor d'água em todas as áreas, após a aplicação dos jatos d'água. Se o jato for aplicado por muito tempo, além do necessário, o vapor começará a condensar, causando a precipitação da fumaça e dos gases aquecidos do teto para piso, de forma que os

produtos aquecidos que deveriam ficar ao nível do teto tomarão o lugar do ar fresco que deveria ficar ao nível do chão, tornando o ambiente baixo muito quente e sem visibilidade.

No ataque direto pode-se utilizar todos os tipos de jatos (compacto linado e atomizado), o que dependerá principalmente do material combustível em chamas, da extensão atingida pelas chamas e da possibilidade de entrar no ambiente sinistrado (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

O ataque direto pode ser aplicado de forma intermitente para evitar o alagamento e o acúmulo excessivo de vapor.

Pode ser utilizado em incêndios generalizados de compartimentos grandes e estruturas inteiras. Nesses locais, em que o foco é extenso, o ataque é mais efetivo se aplicado por várias linhas ao mesmo tempo, através de várias janelas, por exemplo.

Pode ser feito de dentro ou de fora do compartimento sinistrado, dependendo do grau de envolvimento, se o fogo é localizado logo no início do incêndio, um ataque direto aplicado de dentro do ambiente extinguirá rapidamente o foco, atacando a base do fogo no material combustível em chamas. Por outro lado, se a estrutura está bastante envolvida e a entrada não é possível, o ataque direto de fora do ambiente é geralmente a única técnica capaz de controlar o fogo (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Vantagens do ataque direto:

- a) Pode ser aplicado à distância;
- b) É adequado para incêndios tanto em locais abertos quanto em compartimentos;
- c) É adequado para a proteção de prédios vizinhos contra a propagação do fogo.

Desvantagens do ataque direto:

- a) Alagamento - o ataque direto pode exigir muita água, a qual escoa do combustível, por não ser totalmente transformada em vapor;
- b) Formação de vapor - se for aplicada água em excesso, pode alterar o balanço térmico, que é a organização das camadas de temperatura (alta em cima e relativamente moderada embaixo);
- c) Pode empurrar fumaça para outros compartimentos, o que ameaça a vida de vítimas presas pelo aumento da temperatura;
- d) Pode levar fragmentos incandescentes até gases pré-misturados, ocasionando a ignição de fumaça.



Figura 13 - Ataque direto.



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2013).

### 3.5.1.2 Ataque indireto

Este método é chamado de ataque indireto porque as equipes de combate fazem a estabilização do ambiente, usando a propriedade de vaporização da água, sem entrar no ambiente. Deve ser executado quando o ambiente está confinado e com alta temperatura, com ou sem fogo. É preciso cuidado porque esta pode ser uma situação propícia para o surgimento de uma explosão ambiental (backdraft). Realiza-se dirigindo o jato d'água para o teto superaquecido, tendo como resultado a produção de aproximadamente 1.700 litros de vapor, à pressão normal e temperatura superior a 100°C. No ataque indireto, o esguicho será acionado por um período de 20 a 30 segundos, no máximo. Não poderá haver excesso de água, o que causaria distúrbios no balanço térmico (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Após a aplicação de água, o bombeiro aguarda a estabilização do ambiente, isto é, que as labaredas baixem e se reduzam os focos isolados. Isso poderá ser constatado através dos seguintes sinais: não mais se vê a luminosidade das labaredas e não mais se ouve o som característico de materiais em combustão.

O bombeiro, depois de estabilizado o ambiente, deve entrar no local com o esguicho fechado e extinguir os focos remanescentes através de jatos intermitentes de pequena duração, dirigidos diretamente à base do fogo. Quando estiver desenvolvendo esta fase, o bombeiro

deve fazer com que o volume de água utilizado seja o menor possível. Quando da aplicação da água por qualquer abertura da edificação, os homens devem se manter fora da linha da abertura para se protegerem da explosão de gases quentes e vapores que sairão através das aberturas (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Figura 14 - Ataque indireto.



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2013).

### 3.5.1.3 Ataque combinado

Quando as equipes de combate se deparam com um incêndio que está em local confinado, sem risco de explosão ambiental, mas, com superaquecimento do ambiente que permite a produção de vapor para auxiliar a extinção (abafamento e resfriamento), usa-se o ataque combinado. O ataque combinado consiste na técnica da geração de vapor combinado com ataque direto à base dos materiais em chamas. O esguicho, regulado de 30° a 60°, deve ser movimentado de forma a descrever um círculo, atingindo o teto, a parede oposta e novamente o teto (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

No ataque combinado, as equipes de combate devem ficar abaixados com a mangueira sobre os ombros, o que facilitará a movimentação circular que caracteriza este ataque. Quando não houver mais geração de vapor, utiliza-se o ataque direto para a extinção dos focos remanescentes.

Figura 15 - Ataque combinado.



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2013).

#### 3.5.1.4 Ataque tridimensional (resfriamento dos gases do incêndio)

O ataque tridimensional é definido como a aplicação de neblina de água em pulsos rápidos e controlados, em que o tamanho das gotas de água é crucial. Método introduzido por bombeiros suecos e ingleses, no início dos anos 1980, que usa o jato atomizado (pulsos controlados de água na forma de spray), para conter a combustão na fase gasosa e para prevenir ou reduzir os efeitos do flashover, backdraft e outras ignições dos gases produzidos pelo fogo (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

O ataque tridimensional busca a vaporização da água dentro da fumaça e não deve atingir teto e paredes, sendo que o ataque tridimensional atua na fumaça por três mecanismos: diluição, resfriamento e diminuição do volume. Esse tipo de ataque foi desenvolvido para prevenir e extinguir as chamas na camada de fumaça e gases quentes, sem agravar as condições do incêndio pela injeção de água em demasia. Aplicar muita água na fumaça pode até extinguir o fogo, mas produz muito vapor quente.

Segundo o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2013) esta técnica apresenta cinco utilidades principais no combate ao incêndio:

- a) Facilita o acesso ao foco - é particularmente adequado para situações em que o foco ainda não foi localizado, mas ainda é possível entrar no ambiente. Quando é necessário percorrer um corredor para chegar a um foco oculto, por exemplo, o ataque tridimensional na fumaça protege as equipes de combate do calor intenso radiado do teto e evita um comportamento extremo do fogo. É bastante adequado para situações em que existe um grande volume de fumaça com pouco ou nenhum

fogo aparecendo, resfriando os gases da camada de fumaça e extinguindo as chamas;

- b) Aumenta o conforto do trabalho próximo ao foco - faz diminuir o volume da camada de fumaça, levantando-a, pois a contração causada pelo resfriamento é maior que a expansão da água convertida em vapor, melhorando as condições de visibilidade e temperatura;
- c) Previne a generalização do incêndio - o ataque tridimensional pode ser usado para reduzir a probabilidade de flashover, de backdraft ou de ignição de fumaça, aumentando a segurança na entrada ou durante a busca, principalmente;
- d) Controla o incêndio em ambientes pequenos ou médios - pode ser utilizado para debelar as chamas em compartimentos pequenos ou médios, atingidos por incêndios plenamente desenvolvidos;
- e) Precede a ventilação tática - quando se faz a aplicação do jato atomizado na fumaça, previne-se a ignição durante a ventilação. É importante salientar que o jato atomizado não veio substituir o jato compacto ou neblinado, nem o ataque direto ou o indireto. Todos são importantes em um combate a incêndio, conforme a situação. O ataque tridimensional reduz os danos causados pela água e preserva a cena para a perícia, pois quase não há água desperdiçada. Se o fogo é tão grande ou rápido que o ataque tridimensional não possibilita o controle, é hora de mudar para o ataque direto.

A técnica consiste em direcionar (pulsar) água, em pequena vazão, dentro da camada de gases aquecidos mediante a aplicação de repetidos jatos de água neblinada de curtíssima duração (cerca de 0,1 a 0,5 segundo) direcionados à parte mais alta da área sinistrada.

Os esguichos devem ser regulados em 60° e um bombeiro da linha deverá posicionar-se agachado de forma que o jato lançado forme um ângulo de 45° em relação ao solo. O jato é direcionado para o canto mais distante da edificação, onde o teto se encontra com a parede. O resfriamento da camada de gases aquecidos só se efetiva quando as gotas de água pulverizada se evaporarem nos gases do incêndio, por isso deve-se evitar a todo custo o contato da água com as superfícies quentes do teto e das paredes que poderão produzir a quebra do equilíbrio interno do ambiente e a produção de vapores superaquecidos (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

### 3.5.2 A proteção respiratória

Uma das principais diferenças quando um incêndio evolui para interface urbana é a questão da proteção respiratória que as equipes de combate irão utilizar, no incêndio florestal os combatentes utilizam apenas uma máscara de proteção e o ambiente é aberto, porém, quando as equipes forem combater os incêndios na área urbana, encontrarão um cenário que pode estar confinado no interior de uma construção o que influencia muito nas características do incêndio.

As equipes de combate deverão trocar seus equipamentos de proteção individual e utilizar equipamento de proteção respiratória, pois, estarão em combustão os mais diversos tipos de materiais, plásticos, combustíveis, tecidos entre outros, o que potencializará a intensidade do incêndio e sua produção de calor.

Os equipamentos de proteção respiratória são elementos fundamentais para a atuação das equipes em ações de combate a incêndio. Nos incêndios são encontrados diversos riscos relacionados ao comprometimento do sistema respiratório, proporcionados por temperaturas elevadas, fumaça, gases tóxicos ou asfixiantes, ou ainda pela insuficiência de oxigênio (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

O processo de combustão consome o oxigênio à medida que produz gases e vapores tóxicos e o organismo humano começará a sentir os efeitos da insuficiência de oxigênio quando sua concentração encontrar-se abaixo de 19,5% a 19%. O quadro 3 a seguir demonstra os sintomas da carência de oxigênio no homem.

Quadro 4 - Sintomas da carência de oxigênio no homem.

% de O <sup>2</sup> no ar	Sintomas
21%	Nenhum, condições normais
17%	Algum dano muscular relativo a coordenação e aumento do ritmo respiratório como compensação
12%	Tontura, dor de cabeça e fadiga
9%	Inconsciência
6%	Morte em poucos minutos

Fonte: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2013).

### 3.5.3 Busca e resgate de pessoas

Numa construção em chamas, uma das mais difíceis atividades a ser executada pelas equipes de combate é a de busca e resgate, tais atividades necessitam velocidade de decisão e ação e possuem riscos, quem nem sempre podem ser dimensionados e gerenciados totalmente

antes de seu início, porém, são de vital importância para a operação, pois salvar vidas é maior das prioridades de ação numa cena de incêndio (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Geralmente, um incêndio irá começar a fazer vítimas antes que qualquer equipe de combate a incêndio tenha chegado ao local, as primeiras equipes que chegarem irão frequentemente encontrar pessoas já em situação de necessidade de algum tipo de resgate, a busca por vítimas toma lugar durante as duas principais atividades de localização, a busca inicial e a busca avançada.

Por segurança, sempre que possível, a busca inicial deverá ser realizada por pessoas experientes em duplas, no mínimo e os responsáveis por essa tarefa tática devem entrar na edificação sinistrada e explorá-la tentando localizar, proteger e remover possíveis vítimas.

Recomenda-se que a busca inicial seja realizada em todas as áreas expostas ao incêndio, seguindo uma sequência lógica que inicia com a técnica da varredura visual, seguida pela técnica da busca por chamada e escuta e, finalmente, a técnica da busca às cegas, tudo isso visando a confirmação da saída de todas as pessoas do interior da edificação ou a localização e o resgate daquelas que ainda estiverem em perigo (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Ações de busca inicial bem sucedidas devem necessariamente ser desenvolvidas rapidamente e preferencialmente durante os estágios iniciais do fogo, embora as atividades de controle de incêndio devam iniciar conjuntamente com a busca inicial, cada um deve compreender que esta busca deve ser completada e relatada antes que o objetivo das guarnições mude para o controle do fogo como prioridade.

A busca avançada é a atividade igualmente executada pelas equipes de exploração que realizam uma busca minuciosa pelo interior da edificação, após o controle inicial do incêndio, quando já se completaram os serviços de ventilação e iluminação das áreas incendiadas.

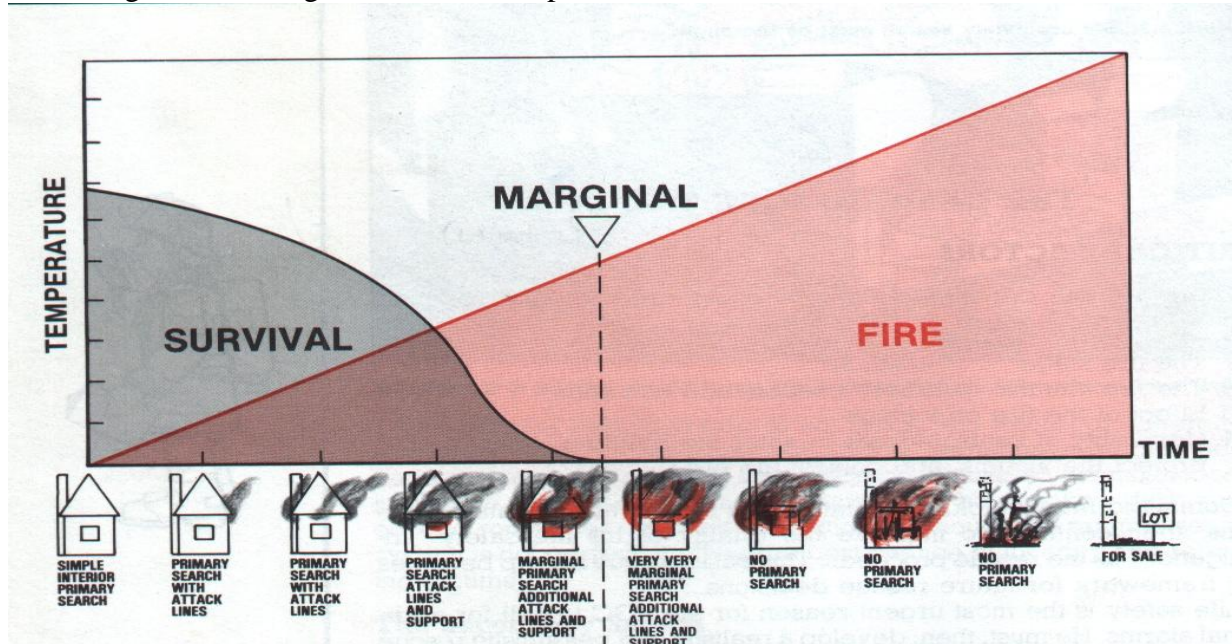
Recomenda-se que a busca secundária seja realizada por pessoas que não estiveram envolvidos na busca inicial, visto que tenderão a não revisar locais que já haviam checado, em áreas de maior dano de fogo, isto usualmente envolve um exame cuidadoso através da maior parte de área incendiada e demanda trabalho manual (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

Há quatro fatores críticos a serem considerados quando do desenvolvimento da noção básica de resgate: o estágio do incêndio, as vítimas do incêndio (número, localização e condição), o efeito do fogo nas vítimas, capacidade das guarnições para entrar no prédio,

remover e proteger as vítimas e controlar o fogo (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).

A figura 16 mostra a probabilidade de se encontrar uma vítima com vida, conforme o incêndio vai se desenvolvendo, é possível perceber que quanto mais a temperatura aumentar e o tempo passar, menor a possibilidade das equipes de resgate encontrarem alguém com vida.

Figura 16 - Estágios do incêndio x probabilidade de encontrar vítimas com vida.



Fonte: Klaene e Sanders (2000 apud CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013).



#### **4 PROPOSTA DE INSERÇÃO DE UM ITEM NA DIRETRIZ DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS DANDO O ENFOQUE PARA A GESTÃO DO ATENDIMENTO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO FLORESTAL COM INTERFACE URBANA**

A diretriz de procedimento operacional padrão (DtzPOP) é um documento que se apresenta como base para garantir a padronização de tarefas e assegurar aos executores e usuários um serviço livre de variações indesejáveis na sua qualidade final.

Para todas as suas áreas de atuação o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina possui uma diretriz de procedimento operacional padrão, com relação aos incêndios florestais, a diretriz atualmente se encontra no Comando Geral para ser aprovada, publicada e divulgada para atuação em todas as unidades do estado de Santa Catarina.

O objetivo principal deste trabalho é a inserção de um item que norteará as ações dos bombeiros militares na gestão dos incêndios florestais com interface urbana na diretriz de procedimento operacional padrão de incêndios florestais, uma vez que, por ser um assunto que ainda não é tão estudado no Brasil, ainda não existem protocolos que orientem as equipes de combate para o atendimento deste tipo de ocorrência.

A proposta se aprovada, será inserida na diretriz de procedimento operacional padrão de incêndios florestais, no item 5, número 2, letra l, e seu conteúdo será focado nas ações que o bombeiro militar deverá desenvolver em caso de ocorrências onde um incêndio florestal venha a se transformar em um incêndio florestal com interface urbana atuará basicamente em quatro linhas, a primeira será o uso dos equipamentos de proteção individual e respiratório próprios para este tipo de ocorrência, segundo será verificado a questão da existência ou não de vítimas no interior das edificações, em terceiro o combate ao incêndio propriamente dito e quarto as ações preventivas que poderão ser desenvolvidas na cena para evitar a propagação do incêndio.

Com a aceitação da proposta de inserção deste item na DtzPOP de incêndios florestais, novos termos deverão ser inseridos no glossário, estes termos terão referência direta a características próprias da ocorrência de incêndio florestal com interface urbana e deverão ser deliberados pelos membros da coordenadoria de combate a incêndios florestais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, contudo, segue a definição a ser adotada doravante sobre o tema, que será incluso no item 4: Incêndios florestais com interface urbana: É o fogo sem controle que se propaga do meio florestal para as estruturas urbanas, mudando suas



características. O apêndice A traz a proposta de inclusão à DtzPOP de incêndios florestais, apresentado no anexo A.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os incêndios florestais têm causado vários impactos ambientais, sociais e econômicos no mundo, sendo que a sua frequência e intensidade tendem a aumentar nos próximos anos. Aliada a isso, a maior proximidade entre áreas com fluxo de pessoas e áreas com cobertura vegetal – denominadas áreas de interface urbano-florestal – tem chamado a atenção de governos e pesquisadores pela concentração do número de ocorrências de incêndios e por suas especificidades em termos de intensidade, época de ocorrência e área atingida (TETTO, 2012).

Viegas (2008 apud OLIVEIRA, 2010) coloca o problema dos incêndios florestais com interface urbana em 2º lugar na listagem da importância de questões associadas aos incêndios florestais, logo imediatamente a seguir à questão da segurança pessoal.

Independentemente dos efeitos catastróficos que um incêndio florestal pode causar na natureza, estes efeitos, na maioria das vezes, só se tornam significativos para o ser humano quando se aproximam das estruturas urbanas. A zona onde se encontra a divisa entre os combustíveis florestais e as infraestruturas humanas é chamada de interface urbano-florestal.

Nesse contexto, recai uma preocupação ainda maior sobre o estado de Santa Catarina, na medida em que cada vez mais cidades têm sido circundadas por florestas de *pinus* e *eucaliptos*, sendo alguns dos exemplos desta situação preocupante, as cidades de Lages, Otacílio Costa, Correia Pinto, Santa Cecília, Três Barras.

Os grandes estudiosos do assunto entendem que é necessário que ocorra, por parte dos governantes, um compromisso entre o desenvolvimento urbano e a segurança destas áreas que apresentam um grande risco de ocorrência deste tipo de incêndio, novamente buscando um histórico recente de incêndio florestal com interface urbana em Santa Catarina, temos um grande incêndio que consumiu aproximadamente 30% da área da reserva indígena Xapecó no município de Ipumirim, que tem 16.000 ha, no ano de 1996, neste desastre duas casas também foram totalmente queimadas nesse incêndio, felizmente não houve vítimas.

A escassez de estudos na área não só no estado de Santa Catarina, mas infelizmente no Brasil, dificulta as ações preventivas que se alicerçariam baseadas nas conclusões e estatísticas levantadas.

Souza (2013) nos mostra que os meses mais suscetíveis aos incêndios florestais no estado de Santa Catarina, com base em seu estudo, foram de julho a dezembro, portanto, as ações preventivas devem ser intensificadas anteriormente a esse período. O período mais crítico identificado foi entre os meses de agosto e setembro, com 14,70% e 15,60%,

respectivamente, do total de incêndios registrados pelo CBMSC, destacaram-se ainda os meses de novembro e dezembro com 14,14% e 11,56%, respectivamente.

A proposta de inserção de um item na DtzPOP de incêndios florestais do CBMSC é uma modesta tentativa em primeiro lugar, de motivar que outros acadêmicos ou pesquisadores se interessem pelo assunto, para que possamos estudar as características próprias do Brasil, material combustível florestal, tipo de construção, material combustível no interior das edificações, topografia, condições climáticas, etc.

Em segundo lugar teve como objetivo principal desenvolver um item para o protocolo que regula as ações dos bombeiros militares de Santa Catarina a respeito deste tipo de ocorrência, pelo que se estudou, não há nenhum estudo do tipo em nosso país, o que por um lado é muito dificultoso e cansativo, porém, por outro lado, foi muito positivo o pioneirismo da abordagem do assunto.

Em terceiro lugar, um legado importante foi o estudo e o conhecimento de estratégias de prevenção e de educação, dirigidas especificamente para as populações das áreas de interface urbana e que poderão ser aplicadas nas áreas de risco, quando devidamente identificadas, além do estudo e o conhecimento das técnicas utilizadas por outras instituições e estudiosos para o atendimento deste tipo de ocorrência, apontando as mais eficazes para a realidade do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, importante ressaltar que o estudo e conhecimento das técnicas e táticas de combate deste tipo de incêndio carece ainda de pesquisa e trabalhos no Brasil e no mundo, deve-se atentar principalmente para as particularidades que nortearão as ações das equipes de combate que vão variar de acordo com cada região do mundo.

Por fim, o presente trabalho irá servir como base para a confecção de uma lição específica sobre o assunto estudado para os cursos de formação de combatentes de incêndios florestais e dos cursos de formação de soldados, cabos, sargentos e oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS

ACR. Associação Catarinense de Empresas Florestais. **ACR 40 anos de história no desenvolvimento florestal catarinense.** Disponível em: <[https://issuu.com/acr29/docs/revista\\_acr\\_40\\_anos](https://issuu.com/acr29/docs/revista_acr_40_anos)>. Acesso em: 22 abr. 2016.

CIPRIANO JÚNIOR, Z.A. **Levantamento dos custos de combate aos incêndios florestais realizados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.** 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

COLORADO STATE FOREST SERVICE. **Colorado Communities Receive Wildfire preparedness funding awards.** Disponível em: <<http://csfs.colostate.edu/>>. Acesso em 22 abr. 2016.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Manual do Curso de Formação de Combate a Incêndios Estruturais:** Florianópolis: CEBM, 2013.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Manual do Curso de Formação de Combate a Incêndios Florestais:** Florianópolis: CEBM, 2014.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia.** 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

FIDALGO, E. S. Territórios em mudança e os incêndios na interface urbano-florestal. Estudo de caso em Baião. **Territorium: FLUC Geografia**, Coimbra, n. 30, p. 87-98, dez. 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Séries Estatísticas.** 2010. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

LOBERT, J., WARNATZ, J. **Fire in the environment. The ecological, Atmospheric, and climatic importance of vegetation fire.** Chichester, England: John Wiley & Sons. 1993.

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

OLIVEIRA, R. F. S. **Um estudo sobre os incêndios florestais ocorridos no estado de Victoria (Austrália), em fevereiro de 2009.** 98p. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2010.

PARIZOTTO, W. **O controle dos incêndios florestais pelo Corpo de Bombeiros de Santa Catarina: diagnóstico e sugestões para o seu aprimoramento.** 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOARES, R. V.; BATISTA, A.C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo.** Curitiba: FUPEF, 2007. 264 p.

SOUZA, J. **Índice de perigo de incêndio em municípios do Estado de Santa Catarina.** 45 f. Trabalho de conclusão curso (Curso de Comando e Estado Maior do Centro de Estudos Superiores, do Corpo de Bombeiros Militar) - Centro de Ciências da Administração e Sócio Econômicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

TETTO, A. F. **Comportamento histórico dos incêndios florestais na fazenda Monte Alegre no Período de 1965 a 2009.** 115f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

VIEGAS, D. X. F. C.; RIBEIRO, L. M.; ROSSA, C. **Incêndios Florestais.** Coimbra: Verlag Dashöfer Portugal, 2011. 304 p.

VIEIRA, A.; et al. **Risco de incêndio florestal em áreas de interface urbano-rural: O exemplo do Ave.** Territorium: FLUC Geografia, Coimbra, n. 16, p. 139-146, maio 2009.

## APÊNDICE A – Proposta de inclusão

1) Caso a ocorrência de incêndio florestal se desenvolva para uma ocorrência de incêndio florestal com interface urbana, ou seja, saía do espaço florestal e adentre nas áreas urbanizadas, o bombeiro militar mais antigo da cena deverá reavaliar a situação e orientar as seguintes ações:

i. determinar que toda a guarnição troque o equipamento de proteção individual (EPI) de florestal para o EPI de incêndios estruturais que consiste em:

- capacete;
- balaclava;
- luvas;
- jaqueta e calça;
- botas

ii. determinar que toda a guarnição coloque o equipamento de proteção respiratória (EPR), realize a verificação de segurança do EPR e verifique a autonomia do cilindro;

iii. verificar se há vítimas no local, caso tenha, realizar as ações de busca e resgate de acordo com as orientações abaixo:

- no pavimento do incêndio;
  - no pavimento imediatamente acima do incêndio; e
  - no pavimento mais alto do prédio.
- depois, ela será feita nos demais pavimentos, pois é possível que a fumaça se estratifique, acumulando antes do pavimento mais alto. O mesmo vale para residências de múltiplos pavimentos.

iv. cada situação de busca e resgate requererá uma série de ações diferentes por parte da guarnição, as ações exatas e sua sequência serão determinadas por muitos fatores e considerações, como:

- a seriedade de lesão das vítimas;
- os métodos alternativos disponíveis para o resgate;
- o pessoal disponível;
- a quantidade de tempo disponível e os conhecimentos e experiências dos resgatistas.

v. após serem realizados as buscas e resgates, o bombeiro mais antigo definirá a técnica que será usada para a debelar o incêndio, optando por ataque direto, ataque indireto, ataque combinado ou ataque tridimensional e táticas como a retirada ou controle de material,

o resfriamento, o abafamento e a quebra da reação em cadeia, contudo, ficará a critério do bombeiro mais antigo, utilizar outras técnicas e táticas de combate que melhor se adequem a situação encontrada;

vi. antes de ser feito o combate as chamas, o bombeiro mais antigo deverá se certificar se a energia elétrica do local está desligada, em caso de combate em edificações com mais de um pavimento, deverá se certificar que a energia elétrica do pavimento está desligada;

vii. com relação a tática de retirada de material, o bombeiro mais antigo poderá orientar as guarnições a:

- remover a mobília ainda não atingida do ambiente em chamas;
- afastar a mobília da parede aquecida para que não venha a ignir os materiais, em próximos edificações isso é válido, principalmente em edificações geminadas (que compartilham uma mesma parede);

- fazer um aceiro (área de segurança feita para evitar a propagação de um incêndio) em redor da área atingida pelas chamas; e

- retirar o botijão de GLP de dentro do ambiente sinistrado.

viii. com relação a tática de controle de material, o bombeiro mais antigo poderá orientar as guarnições a:

- fechar portas de cômodos ainda não atingidos pelas chamas;
- deixar fechadas as janelas do pavimento superior ao incêndio - isso impedirá ou dificultará o contato entre o material combustível destes pavimentos com a fonte de calor proveniente da fumaça; e

- fechar o registro da central de GLP da edificação.

ix. o bombeiro mais antigo na cena da ocorrência poderá empenhar uma equipe para fazer a prevenção das residências vizinhas podendo utilizar os seguintes materiais:

- água;
- líquido gerador de espuma (LGE);
- supressante;
- espumógeno.

x. O bombeiros mais antigo poderá orientar as equipes a utilizarem para a proteção e resfriamento das residências vizinhas, viaturas de combate a incêndio, canhões monitores e outros equipamentos que auxiliem na tarefa.

## ANEXO A – DIRETRIZ DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

Identificação: **DtzPOP Nr XX-ComdoG**

Abrangência: **Toda a Corporação**

Classificação: **Operacional Permanente – RESERVADA**

Versão: 1ª, de 01 Ago 14

Assunto: Dispõe sobre as normas gerais de funcionamento do Serviço de combate a incêndios florestais pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC).

### 1. FINALIDADE

- Regular o Serviço de combate a incêndio florestal realizado pelas Organizações de Bombeiro Militar do CBMSC.

### 2. REFERÊNCIAS

a. Constituição Estadual (art. 108, I, II, III, V).

b. IG 20-01, que estabelece os critérios para a elaboração e aprovação de Diretrizes de Procedimentos Operacionais Padrão (DtzPOP) e Manuais Operacionais (MOp) no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) - Portaria nº 201, de 21 Set 07, publicada em BCG n.º 39, de 24 Set 07.

c. Manual de Combate a Incêndios Florestais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

### 3. OBJETIVOS

a. Orientar as Organizações de Bombeiro Militar do CBMSC quanto a aquisição, treinamento e combate a incêndio florestal no Estado de Santa Catarina.

### 4. GLOSSÁRIO

**ACEIRO** – São barreiras naturais ou faixas livres de vegetação, especialmente construídas para impedir a propagação do fogo.



**ACESSÓRIOS** - Objetos que individualmente e em conjunto com outros complementa, podem formar um equipamento ou ferramenta, permitindo ampliar ou melhorar as capacidades operacionais ou realizar uma tarefa. Exemplos: rádio comunicador, combustíveis, lima para afiar motosserra.

**CAUDA OU BASE** – É a parte de trás do incêndio, se propaga em direção oposta a frente do fogo e lentamente;

**CAUSA** – Quem ou o que ocasionou o incêndio.

**CIF** – Combate a incêndio florestal

**COMBATE DIRETO** – O fogo deve ser atacado diretamente, com abafadores e através da aplicação de água ou terra.

**COMBATE INDIRETO** – Deve-se abrir um aceiro na frente do fogo e usar o contra-fogo para eliminar o combustível entre o aceiro e a frente do fogo.

**CONTRA-FOGO** – é o método onde focos relativamente pequenos e controlados são ateados sob condições favoráveis, a partir de uma linha de defesa, antes da frente do fogo, visando consumir o combustível, eliminando ou reduzindo o incêndio.

**DESMOBILIZAÇÃO** – Conjunto de operações necessárias para o retorno das equipes ao quartel, recontagem do efetivo e equipamentos e o retorno ao estado de pronto emprego.

**EPI** – Equipamento de proteção individual

**EQUIPAMENTOS** - Máquina ou aparelho de certa complexidade que serve para realizar uma tarefa e cujo princípio de ação consiste na transformação da energia para aumentar a capacidade de trabalho, Exemplos: motosserra, *Kit Pick Up*, roçadeira

**FAGULHAMENTO** – Quando fagulhas de material combustível são expelidas e podem, quando em contato com outros combustíveis, provocar novos incêndios.

**FERRAMENTAS** - Objeto manual que serve para realizar uma tarefa, com a energia que provem diretamente do operador, Exemplos: Batedor, Abafador, Mcload

**FLANCOS** – São as laterais do incêndio, se propagam perpendicular cabeça, sendo a velocidade de propagação menor do que a frente e maior do que a cauda.

**FRENTE DO FOGO** – Também chamada de linha de fogo ou cabeça, é a parte frontal do incêndio, que avança com maior velocidade e segue a direção do vento.

**GCIF** – Grupo de combate a incêndio florestal

**INCÊNDIO FLORESTAL** - É o fogo sem controle que se propaga no meio florestal;

**REGRAS DE SEGURANÇA** – Conjunto de regras que servem para evitar que ocorra o um acidente ou minimizar os seus efeitos.

**RE-IGNIÇÃO** – Quando um combustível ou área que já sofreu com a ação do fogo reinicia a combustão.

**RESCALDO** - Conjunto das operações necessárias para completar a extinção do fogo, impedir a reigñição e colocar o local em condições de segurança

**RETARDANTES/SUPRESSANTES** – São substâncias que aumentam a eficiência da água e/ou reduzem a inflamabilidade da vegetação.

**RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL** – Probabilidade de um incêndio florestal ocorrer.

**TERRENO ACIDENTADO** – Terreno que possui aclives e/ou declives.

**TERRENO PLANO** – É um terreno reto, sem nenhum tipo de elevação.

**TOPOGRAFIA** - descrição ou delimitação exata e pormenorizada de um terreno, de uma região, com todos os seus acidentes geográficos

**ZONAS PRIORITÁRIAS** – São estruturas prioritárias que podem ser atingidas pelo incêndio (ex: casas, escolas, rede de energia elétrica, unidade de conservação, etc)

## 5. EXECUÇÃO

### a. Da coordenação geral do serviço de combate a incêndio florestal:

1) a coordenação geral do Sv está afeta ao SCmt Geral do CBMSC;

I) cabe ao SCmtG:

a) autorizar a convocação da coordenadoria de incêndios florestais do CBMSC;

b) autorizar o emprego operacional por meio das forças tarefas, quando existir a necessidade de intervenção em área fora do respectivo BBM de atuação;

2) o Subcomandante-Geral será assessorado por uma Coordenadoria do serviço no CBMSC, com o objetivo de Orientar as Organizações de Bombeiro Militar do CBMSC quanto a aquisição, treinamento, além de ações de prevenção e combate a incêndio florestal no Estado de Santa Catarina;

3) a Coordenadoria é composta por um coordenador e 04 (quatro) membros, designada pelo CmtG.

### b. Da coordenação operacional:

- a coordenação operacional do serviço de prevenção e combate a incêndio florestal está afeta ao comando da OBM onde se encontra disponibilizado o serviço, cabendo-lhe as

funções de coordenação das atividades operacionais, manutenção do treinamento do grupo, além da aquisição dos equipamentos e veículos adequados.

**c. Das atribuições dos grupos de combate a incêndio florestal (GCIF) do CBMSC e Força Tarefa:**

1) Na fase de preparação:

- a. Manter uma rotina de treinamento adequada às características da atividade;
- b. No intervalo máximo de 06 (seis) meses, realizar treinamentos práticos de combate a incêndio florestal;
- c. Entre os meses de julho e setembro, redobrar a atenção dos bombeiros de plantão, reiterando na passagem de serviço quanto ao risco elevado e as formas eficientes de atuação. Deverá o oficial de serviço ou chefe de socorro verificar diariamente o risco de incêndio florestal no website do CBMSC.
- d. Adquirir e manter em pronto emprego as ferramentas, equipamentos e veículos adequados a atividade de combate a incêndio florestal, de acordo com os padrões estipulados coordenadoria de incêndios florestais do CBMSC.

2) Na fase de Combate:

- a. Colher o maior número de informações possíveis quando da solicitação para atuar nos incêndios florestais, sobretudo, em relação ao:
  - I. Nome do solicitante.
  - II. Local exato do incêndio.
  - III. Melhores acessos.
  - IV. Proprietário da área.
  - V. Tamanho do terreno.
  - VI. Características da topografia (terreno plano ou acidentado).
  - VII. Causa inicial.
  - VIII. Bens a proteger.

- b. Deslocar de forma rápida e segura, atentando-se para as condições de acessos no meio rural;
- c. Ao chegar no local do incêndio, as viaturas deverão ser estacionadas em local seguro, fora do risco de serem atingidas pelo incêndio;
- d. O bombeiro mais antigo deverá assumir o comando da ocorrência de maneira formal, repassando as informações para o COBOM e solicitando apoio, caso necessário;
- e. O bombeiro mais antigo deverá realizar uma rápida avaliação da cena.

I. A guarnição deverá:

- i. Observar o vento. É forte ou fraco? Sopra em qual direção? São indicadores da velocidade e a direção do incêndio.  
Observar a topografia. O terreno em que o fogo se propaga é plano ou acidentado? Se for morro acima aumentará a velocidade de propagação. Morro abaixo se propagará com menos velocidade. Se plano, se propagará em todas as direções.
  - ii. Observar o combustível. O combustível por queimar é fino ou grosso? vivo ou morto? Se for fino e/ou morto a ignição ocorrerá de forma rápida e violenta. Se for grosso e/ou vivo a ignição será lenta.
  - iii. Observar a temperatura. Altas temperaturas secam o material combustível e facilitam a propagação e o início de novos pontos de incêndio. Importante reforçar a necessidade da hidratação durante o combate, sobretudo quando a temperatura for muito elevada.
  - iv. Existe a necessidade de recursos adicionais (efetivo, viaturas, etc).
  - v. Verificar a existência de zonas prioritárias (casas, escolas, empresas, outros) que estão na iminência de serem atingidas pelo incêndio florestal.
- f. O bombeiro mais antigo deverá repassar as regras de segurança:

I. Utilizar EPI completo durante o combate.

- II. Manusear as ferramentas, equipamentos e acessórios de maneira segura e providenciar para que os mesmos estejam em perfeitas condições de uso.
  - III. Manter-se informado das condições e previsões meteorológicas que podem afetar a propagação do fogo.
  - IV. Manter-se sempre informado do comportamento do incêndio.
  - V. Basear qualquer ação de combate ao incêndio de acordo com o seu comportamento atual e futuro.
  - VI. Estabelecer rotas de fuga e atualizar o efetivo sempre que houver alterações.
  - VII. Manter-se atento e calmo, pensar com clareza e atuar com decisão.
  - VIII. Manter comunicação com todo o efetivo.
  - IX. Dar instruções claras e assegurar-se de que são corretamente entendidas.
  - X. Manter o controle do seu pessoal em qualquer momento.
- g. O bombeiro mais antigo deverá definir a estratégia de atuação: combate direto ou combate indireto.
- I. Ao se aproximar do fogo a guarnição deverá:
    - i. Procurar por pessoas na área, anotando placas de veículos ou outras informações que possam identificar prováveis causas.
    - ii. Ter cuidado na aproximação.
    - iii. Optar, com base na intensidade do incêndio (verificar se é possível se aproximar do incêndio), pelo combate direto ou indireto.
    - iv. Caso seja possível o combate direto, a guarnição deverá utilizar abafadores, terra e/ou bombas/mochilas costais pelos flancos (lados) indo em direção a frente do fogo. Sempre que possível utilizar o *kit pick up* e os caminhões tanques.
    - v. Não sendo possível o combate direto, a guarnição deverá optar pelo combate indireto por meio da construção de aceiros (com ou sem uso de produtos químicos) e uso e aplicação da técnica de contra-fogo – caso tenha conhecimento e material adequado para realizá-lo. Poderá ser requisitado, por meio do oficial de dia, o auxílio de aeronaves, caso tenha na região.

- h. O bombeiro mais antigo deverá constantemente realizar uma avaliação do combate inicial, com base nas seguintes observações:
  - I. Observar áreas de risco e avaliar as rotas de fuga;
  - II. Observar o tamanho do incêndio;
  - III. Observar o perímetro do incêndio;
  - IV. Observar as zonas prioritárias na iminência de serem atingidas pelo incêndio;
  - V. Observar o clima;
  - VI. Observar o comportamento do fogo e sua expectativa;
  - VII. Observar a intensidade do fogo;
  - VIII. Observar o tipo de combustível por queimar;
  - IX. Observar a topografia;
  - X. Observar o horário do dia.
  
- i. Após realizada a avaliação, verificar a necessidade de mudança na estratégia de atuação, respondendo aos seguintes questionamentos:
  - I. O combate inicial está dando resultados. Se não, por quê?
  - II. São necessários recursos adicionais?
  - III. Para o combate indireto, em quanto tempo será finalizado o aceiro?
  - IV. Haverá mudança climática, no combustível e na topografia que causarão impactos significativos no comportamento do fogo?
  - V. A propagação e intensidade são maiores que a esperada?
  - VI. Existem bens a proteger?
  
- j. Se o combate estiver funcionando, a guarnição deverá continuar o combate até sua completa extinção. Se não, a guarnição deverá realizar mudanças. Caso necessário, informar o COBOM e o Oficial de dia da complexidade do incêndio e da capacidade limitada de responder ao mesmo.
  
- k. Quando não for possível o combate com as equipes locais, deverão ser adotadas medidas de forma a acionar as Forças Tarefas do CBMSC.

3) Na fase de Rescaldo e Desmobilização:

- a. Quando todos os focos de incêndio forem extintos, iniciar de imediato as ações de rescaldo em toda área queimada, se possível utilizar produtos químicos retardantes adicionados à água;
- b. Descobrir e eliminar possíveis focos de incêndios fora da área queimada, causados por fagulhamento;
- c. Realizar e, se possível, ampliar o aceiro em torno da área queimada objetivando isolar o material combustível por queimar;
- d. Derrubar ou enterrar árvores ou arbustos que ainda estejam queimando ou em incandescência, para evitar o fagulhamento;
- e. Manter uma equipe por tempo necessário para evitar que haja re-ignição e um novo incêndio aconteça, sobretudo entre os meses de julho e setembro;
- f. Desmobilizar todo o grupo, realizando a contagem de pessoas e equipamentos;
- g. Separar os equipamentos danificados e encaminhá-los para imediata manutenção;
- h. Deixar a equipe a pronto emprego para futuras ocorrências.

## **6. AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO**

- a. Em se tratando das forças tarefas, a avaliação e certificação serão realizadas mediante exercício pré-determinado pelo Comando Geral do CBMSC, conforme calendários de certificação das forças tarefas do CBMSC;
- b. Para as guarnições locais, ficará a cargo do comandante de cada elemento subordinado a avaliação e constante aperfeiçoamento de sua tropa.

## **7. PRESCRIÇÕES DIVERSAS**

- a. O equipamento de proteção individual de uso obrigatório nos treinamentos e nos atendimentos de ocorrências reais será composto por:
  1. Capacete com lanterna e proteção no pescoço;
  2. Luvas;
  3. Botas com solado resistente a perfuração;
  4. Caneleiras;
  5. Óculos;

6. Máscara;
7. Cantil;
8. Apito; e
9. Calça e blusa em tecido que ofereça proteção contra o fogo, nas cores preto (calça) e amarelo (blusa), que deverá ser sobreposta por faixas luminescentes nas costas, pernas e braços.

b. A presente Diretriz de Procedimento Operacional Padrão entra em vigor a partir da data de sua publicação pelo Comando Geral do CBMSC.

Florianópolis, em XX de XXXXXXXXXXXX de 2015

**ONIR MOCELLIN – Cel BM**  
**Comandante Geral do CBMSC**