



UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
DA TERRA E DO MAR
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DE
EMERGÊNCIA

NOÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

NILTON RODRIGUES DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. Luciano Silva

São José, junho/2009



UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
DA TERRA E DO MAR
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DE
EMERGÊNCIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NOÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

NILTON RODRIGUES DOS SANTOS

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Emergências pela Universidade do Vale de Itajaí, Centro Tecnológico da terra e do Mar.

São José, junho/2009



**UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
DA TERRA E DO MAR
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DE
EMERGÊNCIA**

NILTON RODRIGUES DOS SANTOS

NOÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do título de Tecnólogo em Emergências e aprovada pelo Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Emergência da Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Educação São José.

Área de Concentração: Tecnologia e Gestão

São José, 15 de junho de 2009.

Prof. Dr. Luciano Silva
UNIVALI - CE de São José
Orientador

Cap. BM Alexandre Coelho da Silva
Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
Membro

Cap. BM Christiano Cardoso
Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
Membro

DEDICATÓRIA

Ao meu Deus, arquiteto do Universo e da minha existência, senhor de todo o conhecimento.

“À memória” de meu pai, José Rodrigues dos Santos, com que eu aprendi a ajudar o próximo.

À minha mãe, Antônia Glória Rodrigues, por abdicar de sua existência em função dos filhos, responsável pela formação de minhas bases e pelas lições de vida.

Aos meus irmãos, por ter contribuído na formação do meu caráter.

À minha esposa, Aline Peixoto Oliveira Santos, mulher virtuosa e auxiliadora, presente de Deus na minha vida.

A meus filhos, Maria Eduarda Rodrigues Peixoto e Álvaro Rodrigues Peixoto, com quem tenho aprendido o como é fácil ser feliz.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao meu DEUS por conduzir-me, abrindo portas e mostrando-me o caminho;

Ao meu pai **José Rodrigues dos Santos** (em memória), cujo estímulo, força, dedicação e persistência são para mim exemplos e alicerces;

À minha mãe **Antonia Gloria Rodrigues**, pelos inúmeros exemplos de perseverança em que nos momentos difíceis, e não foram poucos, nunca desistiu de sua missão, mulher guerreira. De quem sem a ajuda eu não teria chegado onde cheguei e aonde chegarei;

Aos meus irmãos, **Nivaldo, Reinaldo, Rosilene, Eduardo e Alessandro**, pela ajuda a mim concedida na formação do meu caráter. Pessoas com que tive apenas alegrias, hoje a distância vêm me demonstrar o quanto sou dependente de vocês;

À minha esposa **Aline** e aos meus filhos **Maria Eduarda** e **Álvaro**, meu porto seguro, onde encontro refúgio e forças pra enfrentar os momentos difíceis. Pela paciência, incentivo e apoio, por aceitar abdicar de minha presença em função de meus estudos, assim me ajudando concluir este curso;

A todos os **professores**, mestres, que contribuíram em minha formação desde aqueles que tiveram a paciência para me ensinar a desenhar as primeiras letras a estes que agora me entregam mais um diploma de formação;

Aos meus amigos do **Corpo de Bombeiro Militar do Estado do Estado de Goiás**, por terem me ensinado a ser um soldado do fogo. Aos meus amigos da 13^o Companhia Independente de Bombeiros Militar em Goianésia, por terem me ensinado lições de companheirismo, camaradagem e amor á missão.

Aos meus amigos do **Corpo de Bombeiro Militar do Estado do Tocantins** com que esta sendo um prazer trabalhar. É uma honra e um privilégio fazer parte de uma equipe de vencedores como você.

Aos meus amigos do **Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina**, oficiais e praças, por terem me outorgado a formação e habilitação para ser um oficial do Corpo de Bombeiro Militar ao me transmitir seus conhecimentos. Agradeço principalmente ao Sr. Maj. BM. Alexandre **Correa** Dutra e o Sr. Cap. BM Charles Alexandre **Vieira** pela ajuda, incentivo e apoio concedidos nos primeiros dias deste curso, momentos difíceis de adaptação.

Por fim agradeço aos meus amigos componentes **da minha turma de formação; Anderson, Elis, Fabio, Felipe, Henrique, Leal, Muniz, Priscila, Rafael e Ribeiro** (Cadetes

do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina), **Iranildo** (Cadete do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Rondônia), **Alves, Andrey, Ciro, Maxuell e Thiago** (Cadetes do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Tocantins), pelos muitos momentos de alegrias, brincadeiras, ensinamentos, ajuda, companheirismo, decepção, cansaço, fracasso, aprendizado, conquistas e vitórias, durante estes três longos anos de formação que em nossas memórias serão eternos.

Se planejamos para um ano, devemos plantar cereais;
se planejamos para uma década, devemos plantar
árvores;
se planejamos para a vida, devemos treinar e educar o
homem.

(**Kawantsu**, séc. III a.C.)

RESUMO

DOS SANTOS, Nilton Rodrigues. **Noções de combate a incêndio florestal de superfície.** 2009. 92f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnológico) – Centro Tecnológico da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, São José, 2009.

O presente trabalho estuda de forma particular o incêndio florestal de superfície, pois se tratando de incêndios em vegetação, devido às características predominantes da nossa flora, é o que mais tem gerado ocorrências atendidas pelos corpos de bombeiros militares do Brasil. O objetivo principal do trabalho é disponibilizar em um único documento, informações sobre o assunto que possam ser utilizadas na formação e aperfeiçoamento das guarnições militares ou de civis que atuam ou atuarão nesse tipo de atividade, bem como servir como fonte de pesquisas para outros trabalhos. Para isso, utilizou-se o método bibliográfico e técnica de pesquisa qualitativa, por meio de documentação indireta, através de consulta em livros, apostilas, manuais, teses e dissertações e documentos digitais extraídos da Internet. Após citar o histórico do fogo e sua definição, passou-se a analisar as formas de propagação da energia em um incêndio florestal de superfície e o comportamento do fogo nos vegetais. Em seguida classifica os incêndios florestais quanto ao modo de propagação da chama nos vegetais, define o incêndio florestal de superfície e suas partes, relaciona os fatores que interferem no processo de propagação das chamas. Também são identificados os principais riscos à saúde e à vida humana a que estão sujeitos os bombeiros combatentes envolvidos no processo de combate e extinção, bem como os equipamentos de proteção individual e primeiros socorros que podem ser utilizados durante a atividade. Foram relacionados os principais materiais operacionais que podem ser úteis no combate e extinção a incêndio florestal de superfície e as formas de gerenciamento dos riscos envolvidos na manutenção dos mesmos. Ainda sobre as ferramentas e equipamentos de combate são citadas formas de controle e conservação. Por fim o trabalho explora o combate e extinção do incêndio florestal de superfície.

Palavras – chaves: Incêndio florestal de superfície; Documento; Combate a incêndio florestal de superfície.

ABSTRACT

This study examines in particular the forest surface fires, because in matter of fires in vegetation and due to the prevailing characteristics of our flora, this kind of fire is the one which generated the majority of events attended by military firefighters from Brazil. The main objective of this work is to gather in a single document, information on the subject that can be used in training and development of military firefighters and civilians who work or act in this type of event, as well to serve as a source of research to other works. For this, we used the bibliographic method and the technique of qualitative research by means of indirect documentation by searching in books, handouts, books, theses and dissertations and also digital documents from the Internet. After citing the history of fire and its definition, the next step was to examine the ways the energy spreads in an area of forest fire and behavior of fire in the vegetables. Then it classifies the forest fires due to spreading characteristics of the flames in the vegetation, sets the definition of surface fire and its parts, lists the factors involved in flame spreading. Also identifies the main risks to health and human life which firefighters are subjected when they are fighting and extinguishing fires, as well as information on individual protective equipment and first aid that can be used during the activity. Were also related the major operational materials that may be useful in fighting and extinguishing surface fires and ways of managing the risks involved. Another thing on the matter of the tools and equipment for firefighting here are mentioned forms of control and conservation. Finally the document explores the process of fighting and extinguishing forest surface fires.

Key - words: Forest surface fire; Document; Fighting surface fire.

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Triângulo do fogo	24
Figura 2: As três fases da combustão dos vegetais, no incêndio florestal de superfície.	29
Figura 3: Configuração e partes de um incêndio florestal de superfície.	37

LISTA DE FOTO

Foto 1: Incêndio florestal de superfície ou incêndio rasteiro.	32
Foto 2: Incêndio florestal de copa.	33
Foto 3: Incêndio florestal subterrâneo ou de turfas.	35
Foto 5: Aeronave lançando de água. A – De frente; B – De lado.	67
Foto 6: Posição a adotar quando existir a possibilidade de ser atingido por uma descarga de uma aeronave.	68
Foto 7: Rotores de um helicóptero. A – Rotor principal; B – Rotor de cauda.	69
Foto 8: Aproximação a um helicóptero; A – Correto; B – Incorreto.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de umidade relativa do ar e fator de propagação das chamas.....	42
Tabela 2: Tabela de velocidade do vento e fator de propagação das chamas.	44
Tabela 3: Tabela de inclinação do terreno e fator de propagação das chamas.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral.....	17
2.2	Objetivos Específicos	17
3	JUSTIFICATIVA	18
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
5	HISTÓRICO DO FOGO	21
6	FOGO	22
6.1	Definições:.....	23
6.2	Os Elementos Essenciais do Fogo	23
6.2.1	O triângulo do fogo.....	23
7	FORMAS DE PROPAGAÇÃO DA ENERGIA EM UM INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE	26
7.1	A Convecção	27
7.2	A Radiação.....	27
7.3	Condução.....	28
8	O COMPORTAMENTO DO FOGO NOS VEGETAIS	29
8.1	As Fases da Combustão nos Vegetais em Um Incêndio Florestal de Superfície.....	29
8.1.1	Pré-aquecimento	29
8.1.2	Destilação ou combustão dos gases	30
8.1.3	Incandescência ou consumo do carvão	30
9	CLASSIFICAÇÃO DO INCÊNDIO FLORESTAL QUANTO AO MODO DE PROPAGAÇÃO DA CHAMAS NOS VEGETAIS	30
9.1	Incêndio Florestal de Superfície ou Incêndio Rasteiro	31
9.1.1	Definições	31
9.2	Incêndio Florestal de Copa.....	33
9.2.1	Definições	33
9.3	Incêndio Florestal Subterrâneo	34
9.3.1	Definições	34
9.4	Incêndio de Projeção.....	35
9.5	Incêndio Total	36
10	CONFIGURAÇÃO E PARTES DO INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE	36
10.1	Frente Principal ou Cabeça do incêndio.....	38
10.2	Flancos do incêndio.....	38
10.3	Dedo do incêndio	38
10.4	Cauda ou Base do incêndio.....	38

10.5	Bolsa.....	39
10.6	Ilha.....	39
10.7	Focos Secundários do incêndio.....	39
10.8	Perímetro do incêndio.....	39
10.9	Black.....	39
11	FATORES QUE AFETAM O COMPORTAMENTO DO INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE.....	40
11.1	Condições Meteorológicas.....	40
11.1.1	Temperatura.....	40
11.1.2	Umidade relativa do ar.....	41
11.1.3	Precipitação.....	43
11.1.4	Direção e velocidade do vento.....	43
11.2	Topografia.....	45
11.2.1	Exposição.....	45
11.2.2	Inclinação.....	45
11.2.3	Elevação.....	46
11.3	Material Combustível.....	47
12	RISCOS A SAÚDE E Á VIDA HUMANA ENVOLVIDOS NO COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE.....	48
12.1	Regras Básicas de Segurança Para O Combate E Extinção A Incêndio Florestal de Superfície.....	49
13	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E PRIMEIROS SOCORROS QUE PODEM SER UTILIZADOS DURANTE O COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE.....	50
13.1	Roupas.....	51
13.2	Óculos.....	51
13.3	Capacete.....	51
13.4	Botas Ou Coturnos.....	52
13.5	Luvas.....	52
13.6	Mascaras Ou Lenços Faciais.....	52
13.7	Capa de Chuva.....	52
14	MATERIAIS OPERACIONAIS QUE PODEM SER ÚTEIS NO COMBATE E EXTIÇÃO A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE.....	54
14.1	Material Básico.....	55
14.1.1	Ferramentas combinadas.....	56
14.1.2	Enxadas.....	56
14.1.3	Foices.....	56
14.1.4	Rastelos.....	57
14.1.5	Machados.....	57
14.1.6	Bombas Costais.....	57
14.1.7	Cantis.....	57
14.1.8	Facões.....	57
14.1.9	Abafadores.....	57
14.1.10	Pás.....	58

14.1.11	Lanternas.....	58
14.1.12	Apitos.....	58
14.2	Material Auxiliar.....	58
14.2.1	Moto-serra	58
14.2.2	Bambi bucket.....	58
14.2.3	Cunhas de madeira ou de ferro	58
14.2.4	Limas.....	59
14.2.5	Roçadeiras	59
14.2.6	Pinga-fogo	59
14.2.7	Binóculos	59
14.2.8	Cordas (cabos).....	59
14.2.9	Gancho, laço e caixa para captura e aprisionamento de ofídios.	59
14.3	Material para emergência	60
14.3.1	Ambulância com pessoal habilitado	60
14.3.2	Kit de primeiros socorros	60
14.4	Material de Orientação	60
14.4.1	Bússolas	60
14.4.2	GPS (Global Position System)	60
14.4.3	Cartas topográficas.....	61
14.5	Material de Comunicação.....	61
14.5.1	Estações fixas de rádio.....	61
14.5.2	Estações portáteis de rádio (HT).....	61
14.5.3	Telefones.....	61
14.5.4	Sinalizadores visuais	61
14.6	Material Moto Mecanizado Terrestre e Aéreo Para o Combate a Incêndio Florestal de Superfície.....	62
14.6.1	Tratores.....	62
14.6.2	Arados.....	62
14.6.3	Caminhão de bombeiro.....	62
14.6.4	Caminhonete e caminhoneta	62
14.6.5	Aviões	62
14.6.6	Helicópteros	63
14.6.7	Gerador.....	63
14.6.8	Bomba d'água.....	63
14.7	Material Para Acampamento	63
15	GERENCIAMENTO DOS RISCOS ENVOLVIDOS NA MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MATERIAL DE COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE.....	65
16	CONTROLE E CONSERVAÇÃO DAS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE	70
17	O COMBATE E EXTINÇÃO DO INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE	71
17.1	Conhecimento da Área e Peculiaridades.....	72
17.1.1	Caminhos ou estradas.....	72
17.1.2	Barreiras.....	72
17.1.3	Mapas.....	72
17.1.4	Topografia	73

17.1.5	Combustíveis	73
17.1.6	População.....	73
17.1.7	Conhecimento das condições climáticas	73
17.1.8	Comportamento do fogo.....	74
17.2	O Conhecimento das Forças de Extinção Disponíveis	74
17.2.1	Equipe e Pessoal	74
17.3	Informações Relevantes Que Deve Ser Coletadas em Uma Chamada Para Atendimento em Ocorrência A Incêndio Florestal de Superfície.....	75
17.3.1	Localização	75
17.3.2	Levantamento de informações relevantes	75
17.3.3	Itinerário para o local	75
17.3.4	Dados a serem coletados no ato do recebimento da chamada para a ocorrência.....	75
17.4	A Caminho do incêndio florestal.....	77
17.4.1	Comparar o incêndio atual com os ocorridos recentemente na mesma área ou em áreas próximas	77
17.5	Chegada ao Local do Incêndio Florestal de Superfície.....	77
17.5.1	Análise de situação	77
17.6	Termos Relacionados às Operações de Combate.....	80
17.6.1	Operação	80
17.6.2	Guarnição.....	80
17.6.3	Combate ao incêndio.....	80
17.6.4	Posto de comando.....	80
17.6.5	Comandante da operação	80
17.6.6	Central de operação ou comunicação	81
17.7	Plano de Ataque.....	81
17.8	As Formas de Ataque no Combate e Extinção a Incêndio Florestal de Superfície.....	81
17.8.1	Ataque direto	82
17.8.2	Ataque indireto.....	82
17.9	Rescaldo.....	83
17.10	Pessoal Para O Combate Aos Incêndios Florestais de Superfície	84
17.11	Pontos Importantes para O Combate Eficiente de Um Incêndio Florestal de Superfície	84
18	CONCLUSÃO.....	86
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

1 INTRODUÇÃO

Incêndio florestal de superfície é uma das formas que a literatura classifica o modo pelo qual o incêndio se propaga nos vegetais. Neste tipo de incêndio as chamadas se propagam sobre o solo queimando os restos vegetais não decompostos, tais como gramíneas, folhas e galhos caídos, arbustos, enfim todo material combustível até cerca de 1,80 metros de altura. (SCHUMACHER; BRUN; CALIL, 2005).

O incêndio florestal de superfície é forma mais comum dentre todos os outros tipos, podendo ocorrer em todas as regiões onde tenha algum tipo de vegetação. É também a forma pela qual começam quase todos os incêndios, pois, a partir deste, o fogo, poderá através do calor irradiado, secar as folhas nas copas das árvores, e num segundo estágio destruí-las totalmente por um incêndio florestal de copa, ou, aquecer materiais orgânicos sob o solo ao ponto de levá-los a se inflamarem. Porém, se o início do incêndio florestal for de copa, muito provavelmente terá incêndio de florestal de superfície, devido à queda de materiais incandescentes sobre os restos de vegetais depositados sobre solo. De igual forma o calor liberado por um incêndio florestal subterrâneo, ao aquecer os vegetais acima do solo poderá dar início ao incêndio de florestal de superfície.

Segundo Santos *et al.* (2006) o número de incêndios florestais no Brasil, só em áreas protegidas, isto é, áreas de empresas e unidades de conservação que possuem sistemas de controle de incêndios, no período de 1998 a 2002 foram 19377 incêndios, que atingiram 85.735,02 hectares. Considerando o clima brasileiro e a característica da vegetação predominante, a grande maioria dos incêndios florestais é caracterizada como incêndios superficiais. Quando comparados com outros tipos de incêndios florestais (incêndio florestal subterrâneo e incêndio florestal de copa), os incêndios de superfície são os mais fáceis de combaterem, salvo condições extremamente favoráveis à propagação dos mesmos.

Os vegetais, principalmente durante períodos de estiagem e seca que, em estudos de Santos *et al.* (2006), aqui no Brasil compreende os meses de junho a outubro, são facilmente inflamáveis apresentando como característica a rápida propagação, abundância de chamadas e muito calor. No mesmo estudo ficou comprovado que no período supracitado ocorreram 68,87% do total dos incêndios, sendo que estes foram responsáveis por 90,76% das áreas queimadas.

Para Soares e Batista (2001b *apud* PARIZOTTO, 2006) o conhecimento da distribuição das ocorrências através dos meses é um instrumento importante no planejamento

da prevenção de incêndios florestais, por indicar em que meses do ano serão necessárias medidas de controle mais intensas. Pode-se dizer também que sabendo em que período do ano tem maior incidência de incêndios, tem-se a *possibilidade* de se preparar para o combate com antecedência, caso a prevenção não atinja o objetivo. Santos *et al.* (2006) vão além ao considerar a necessidade de racionalização dos recursos financeiros, “sabendo-se o período de maior incidência do fogo, podem-se concentrar esforços e recursos para combatê-lo, pois o sistema de controle de incêndios é relativamente caro e seria inviável mantê-lo ininterruptamente.”

Perante o exposto, considerando que a preservação do meio ambiente e a proteção do patrimônio estão entre as principais missões que legalmente são atribuídas aos corpos de bombeiros militares, propomos neste trabalho a elaboração de um manual com noções sobre combate a incêndio florestal de superfície, contendo um estudo detalhado do tipo de incêndio em foco: histórico; causas de surgimento do fogo; elementos envolvidos no processo de combustão; desenvolvimento; fases da combustão; formas de transferência de calor; fatores que afetam o comportamento do incêndio florestal de superfície; as principais técnicas utilizadas no combate e extinção; equipamentos que podem ser empregados no combate; riscos envolvendo no processo de combate e extinção bem como equipamento de proteção individual que podem ser utilizados na atividade. Disponibilizando em um único documento informações que possam servir como material (manual) de instrução para formação e aprimoramento dos membros das corporações de bombeiros e de fonte pesquisa para outros trabalhos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo disponibilizar em um único documento dados sobre combate a incêndio florestal de superfície, que possa fornecer subsídios para formação, instrução e atualização dos membros das corporações de bombeiros e fonte de pesquisa para outros trabalhos.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar o comportamento do fogo nos vegetais, e as formas de propagação do calor.

- ✓ Definir incêndio florestal de superfície.
- ✓ Nomear as partes em um incêndio florestal de superfície.
- ✓ Identificar fatores que interferem no processo de propagação das chamas em um incêndio florestal de superfície.
- ✓ Relacionar as principais ferramentas e equipamentos que podem ser empregadas no combate ao incêndio florestal de superfície.
- ✓ Identificar os principais riscos envolvidos no processo de combate e extinção a um incêndio florestal de superfície.
- ✓ Identificar as principais técnicas de combate e extinção a um incêndio florestal de superfície.
- ✓ Elaborar um documento contendo noções de combate a um incêndio florestal de superfície.

3 JUSTIFICATIVA

A ocorrência de incêndios em vegetação em todo mundo é uma realidade. A perda de vegetação rasteira e de florestas, através do fogo, tem sido uma constante generalizada e inquietante, pois acarreta desequilíbrios no ecossistema, provocando a elevação da temperatura global e grande prejuízo econômico para várias nações, bem como a queda na qualidade de vida em nosso planeta. Segundo Rodrigues (2008) os incêndios são um dos maiores responsáveis pela destruição de habitats naturais em todo o mundo e conseqüentemente, uma das maiores causas da extinção de espécies. Corroborando Bond e Van Wilgen (1996 *apud* FERNANDES, 2002) afirma que o fogo de vegetação, após as atividades humanas agrícolas e urbanas, é o fator de perturbação mais generalizado em ecossistemas terrestres, e um importante determinante das tendências globais de destruição das florestas.

Com relação à poluição ambiental o WWF (2006 *apud* RODRIGUES, 2008) diz que as queimadas e os incêndios florestais são responsáveis por 75% das emissões brasileiras de gases causadores do efeito estufa, e causa prejuízos afetando direta e indiretamente a sociedade e os ecossistemas.

Com relação à fauna Coutinho (1990 *apud* RODRIGUES, 2008) afirma que o fogo fora de controle, incluir aqui os incêndios florestais de superfície, é a principal causa de maiores danos para ovos, filhotes, indivíduos velhos e doentes que não podem escapar das

chamas. E Gill (1994 *apud* RODRIGUES 2008) complementa que além de eliminar organismos individualmente, modificar taxas de crescimento, reprodução, disponibilidade e uso dos recursos, o fogo sem controle altera as relações entre os organismos em nível de cadeia alimentar, como competição entre predador e presa.

Com relação à flora, o incêndio florestal de superfície, é causa de prejuízos incalculáveis, pois além da destruição total ou parcial das árvores, o que favorece ataques de insetos e fungos, ao destruir seu habitat natural acaba por eliminar espécies inteiras. Isto acontece, por exemplo, quando pequenos incêndios, freqüentes na mesma área ou outros esporádicos, porém de grande intensidade, destroem a camada orgânica do solo auxiliando os processos erosivos que, por sua vez, podem assorear os cursos d'água, tornando-o impróprio para a vida dos vegetais.

O empobrecimento do solo através do fogo pode ocorrer, basicamente, em duas situações. Primeiro, em incêndios de alta intensidade, que queimam, volatilizam ou dispersam quase toda a matéria orgânica e a maior parte dos nutrientes. Segundo, através de queimas sucessivas que reduzem gradualmente o capital de nutrientes do solo sem permitir a sua recomposição. Soares (1995 *apud* RODRIGUES, 2008).

Em relação à ciclagem de nutrientes minerais, um aspecto importante é a elevada perda de nutrientes volatilizados após os incêndios, como tem sido verificado no cerrado. Nitrogênio, fósforo e enxofre são facilmente volatilizados em temperaturas acima de 600°C. Os elementos alcalinos, menos voláteis, são perdidos na forma de partículas. Os nutrientes podem retornar ao sistema através da precipitação. Entretanto, a quantidade de nutrientes perdidos em um incêndio pode representar acima de três vezes a quantidade que retorna ao ecossistema ao ano. (COUTINHO, 1990 *apud* RODRIGUES, 2008).

Com relação às perdas financeiras, podemos dizer que em conjunto com os danos ambientais, os incêndios florestais podem acarretar sérios prejuízos econômicos. Desde a destruição de patrimônios florestais produtivos, cercas e outras bem feitorias, a queda na produtividade agrícola, até ao aumento da demanda de serviços de saúde, a interrupção de energia elétrica, comprometimento da segurança e funcionamento de transporte rodoviário e aéreo, fechamento de escolas, interrupção do abastecimento de água.

Com relação aos prejuízos humanos os incêndios florestais podem também causar uma série de complicações à saúde humana, como por exemplo, problemas de ordem respiratória dentre estes o bronquite, a asma, conjuntivite, dores de cabeça, náuseas, alergias, intoxicações, desordens cardiovasculares, desordem nervosa, e a morte de indivíduos, que é

de difícil mensuração em termos de valor econômico. As perdas humanas são as conseqüências mais dramáticas que podem ter como origem o incêndio florestal de superfície. Segundo Batista e Soares (2006) um incêndio florestal ocorrido na Austrália em 1932 matou 71 pessoas e outro na mesma região em 1983, matou mais 75 pessoas. Também no Canadá entre 1969 a 1978 vitimaram 13 pessoas. Ainda segundo os autores os incêndios de Oakland, em 1991, e do Colorado, em 1994 nos Estados Unidos mataram 25 e 14 pessoas respectivamente. No Brasil, um incêndio no Paraná, em 1963, provocou 110 mortes. Outro incêndio no Parque do Rio Doce em Minas Gerais em 1967 matou 12 pessoas , em 1988, incêndios em quatro estados (Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul) mataram 8 pessoas, no entanto segundo eles a maior catástrofe provocada por um incêndio florestal foi em Wisconsin, EUA, em 1871, quando mais de 1500 pessoas foram mortas pelo fogo.

Perante o exposto, o assunto ora apresentado é de acentuada importância aos bombeiros militares. Primeiro pelos prejuízos supracitados, que acompanham os incêndios florestais de superfície, segundo porque os bombeiros militares por ter como missão institucional a proteção do meio ambiente e da vida, tem o dever de combatê-los. É essencial que os componentes desta instituição conheçam e dominem técnicas de combate a esse tipo de incêndio em estudo. Isto ajudará o corpo de bombeiros no planejamento e no combate, na utilização correta dos equipamentos e no gerenciamento dos riscos que envolvem a atividade. Tudo isso com o objetivo de reduzir o tempo de combate e conseqüentemente minimizar os danos provocados pelas chamas. Primando sempre pela segurança dos bombeiros combatentes, sendo este também um dos objetivos deste trabalho.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho possui caráter de pesquisa bibliográfica, que Marconi e Lakatos (2005) conceituam como o método de levantar informações sobre uma determinada temática, possibilitando avaliar e filtrar os dados, de acordo com o propósito basilar da pesquisa. A abordagem metodológica aplicada foi eminentemente qualitativa. Adotou-se, para tanto, a técnica de pesquisa documentação indireta, por meio da consulta em livros, apostilas, manuais, teses e dissertações, documentos digitais extraídos da internet, entre outros. O intento foi fornecer a fundamentação teórica necessária para se alcançar os propósitos estabelecidos nos objetivos do trabalho.

Para a realização desta pesquisa e, por conseguinte para dar cumprimento aos objetivos propostos serão desenvolvidas as seguintes fases:

Primeira etapa da pesquisa: Realização de uma revisão bibliográfica da problemática abordada, compreendendo a identificação de: incêndio florestal de superfície; processos de combustão nos vegetais; formas de propagação do calor; partes de um incêndio florestal de superfície; fatores que interferem no processo propagação das chamas em um incêndio florestal de superfície; as principais ferramentas e equipamentos que podem ser empregadas no combate ao incêndio florestal de superfície; os principais riscos envolvidos no processo de combate e extinção a um incêndio florestal de superfície; as principais técnicas de combate e extinção a incêndio de superfície.

Segunda etapa da pesquisa: Rematar o trabalho de conclusão de curso, condensando todo o conteúdo pesquisado em um único documento.

5 HISTÓRICO DO FOGO

Quando o homem das cavernas há aproximadamente 1.200.000 anos aprendeu a usar o fogo, ele iniciava a civilização. Pois, por intermédio do fogo ele era capaz de cozer os alimentos tornando os mais digeríveis e mais saborosos. Também com a chama o homem se defendia, afugentando os animais, iluminava seu ambiente e tornava as noites frias mais confortáveis assegurando assim sua sobrevivência. Supõe-se que o homem obteve o fogo de uma forma casual, por intermédio de galhos de uma árvore que ardiam ou por intermédio de lavas vulcânicas. Porém, segundo estudos arqueológicos, por volta de 500.000 anos a.C o homem começou a produzi-lo. Como o fogo tornou-se um elemento básico de sobrevivência e progresso de cada tribo, e devido esta importância um dos integrantes da mesma era sempre mantido na condição de guardião do fogo mantendo-o sempre aceso e protegido contra ataque de outras tribos. Ao longo do tempo ele assumiu um aspecto por vezes mágico, por vezes religioso. Na mitologia grega, Prometeus, um gigante da raça dos Titãs arrancou um pedaço do sol e o trouxe para terra dando origem ao fogo. Fogos sagrados eram perpetuados e associados com rituais religiosos, uma vez de sua associação na maior parte das civilizações com o Rei-Sol. Por serem considerados sagrados esses fogos eram preservados em templos pelos Egípcios, Gregos e Romanos. Uma das práticas mais conhecidas era de sua guarda pelas Vestais, virgens encarregadas desta função no Templo de Vesta em Roma. O Zoroastrismo, religião iraniana do século VI a.C. também mantinha um fogo sagrado que deveria ser

alimentado cinco vezes ao dia. Aqui na América os Maias e Astecas mantinham também fogos sagrados queimando no topo de suas pirâmides ou altares na América Pré-Colombiana. No entanto, ao passo que possuía enorme valor ao homem, por diversas vezes o fogo fugia ao seu controle, quer por meio de desastres naturais, vulcões, terremotos, raios, incêndios florestais, combustões espontâneas provenientes de secas prolongadas, ou por meio de descuidos, ou de ações de incendiário motivados por sabotagem ou guerra, e causava grande prejuízo inclusive com perdas de vidas humanas. (MANUAL, 2008).

Para Oliveira (2005) o fogo sempre foi uma séria ameaça à humanidade. Afirma que quando os homens ainda eram nômades, fugia dos incêndios e não precisavam enfrentá-los. Mas que ao fixar residência e constituir posse a situação mudou, pois, o homem se viu obrigado além de proteger-se do fogo deveria também livrar seus bens da ameaça destruidora, representada pelas chamas. E que na antiguidade o fogo era visto como uma das partes fundamentais que formariam a matéria. Na Idade Média, os alquimistas acreditavam que o fogo tinha propriedades de transformação da matéria alterando determinadas propriedades químicas das substâncias, como a transformação de um minério sem valor em ouro.

Já nos estudos de Parizotto (2006) ele diz que o homem e os incêndios sempre tiveram uma estreita relação, primeiro porque os seres humanos são os principais responsáveis pelas suas ocorrências, também porque o fogo teve uma atuação efetiva na evolução humana. Em Botelho (1996 *apud* PARIZOTTO, 2006) diz-se até que o *Homo sapiens* apareceu quando seu ancestral, há mais de 500.000 anos, teve a coragem de pegar um tição aceso e guardá-lo. E que a partir desse momento a criatura tornou-se humana e assumiu a sua influência dominante sobre os outros animais e o seu próprio habitat. Também o fogo foi a primeira fonte de energia natural dominada e utilizada para diversos fins, como em rituais religiosos, na guerra, na comunicação, na caça, no preparo do terreno para as plantações e no preparo dos alimentos.

6 FOGO

Ao longo de sua história, o homem sempre conviveu com o fogo. Seja como modificador do meio em que vive, e, por conseguinte interferindo na construção da própria história humana, ou como elemento místico, sendo que sempre foi temido e respeitado ao longo da evolução humana, da mesma forma como ocorre nos dias atuais. (BOTELHO, 1996 *apud* PARIZOTTO, 2005).

6.1 Definições:

Fogo é o resultado de um processo termoquímico exotérmico de oxidação que ocorre quando se tem um material natural ou sintético (combustível), susceptível a oxidação, em contato com uma substância oxidante (oxigênio), na presença de uma energia de ativação (calor), também conhecida como temperatura de ignição. Tendo como produtos principalmente água no estado de vapor e dióxido de carbono, bem como a emissão de luz visível e calor.

Assim, existem três elementos essenciais para que o fogo ocorra. O combustível para queimar, o comburente para manter as chamas e a fonte ígnea (calor) para iniciar e continuar o processo. Esses elementos em conjunto são conhecidos pela literatura como triângulo do fogo. (BATISTA e SOARES, 2006a).

Para Richard L. Tuve (1976, *apud* OLIVEIRA 2005) fogo é um processo (reação química) de oxidação rápida, auto-sustentável, acompanhada pela produção de luz e calor em intensidades variáveis.

Os estudos de Parola *et al.* (2003) trazem uma definição para fogo florestal, como sendo a combustão controlada de materiais combustíveis existentes nas áreas florestais como por exemplos queimadas rurais destinados a reduzir o volume de combustível, como o mato, restolhos, etc.

6.2 Os Elementos Essenciais do Fogo

Para se compreender como ocorre a queima em um incêndio florestal de superfície e quais medidas devem ser adotadas para controlá-la é necessário primeiro compreender o fenômeno da combustão. Já definimos o que é fogo. Agora vamos compreender os elementos essenciais para sua existência.

6.2.1 O triângulo do fogo

Para que ocorra o incêndio florestal de superfície é necessário haver o combustível para queimar, o oxigênio contido no ar (comburente) para manter as chamas e o calor para iniciar e continuar o processo da queima. Essa inter-relação entre os três elementos básicos (Figura 1) da combustão é conhecida como “O Triângulo do Fogo”. A ausência ou redução abaixo de certos níveis, de qualquer um dos componentes do triângulo do fogo inviabiliza o

processo da combustão. Vamos então, de forma independente, estudar cada um destes elementos. Antes, porém buscaremos a definição para combustão.

Combustão é,

“Estado de um corpo que queima produzindo calor e luz. Reação química de oxidação, com intensa produção de calor e, normalmente, de chama. Reação química de oxidação de caráter exotérmico, que resulta da combinação de um corpo combustível com o oxigênio comburente, com intensa produção de energia calórica. A intensidade da chama depende da quantidade de oxigênio disponível no ambiente onde ocorre a combustão (CASTRO 2007b, p. 485).”



Figura 1: Triângulo do fogo.

Fonte: (UOV, 2004) apud (SCHUMACHER; BRUN; CALIL, 2005).

6.2.1.1 O que é considerado combustível no incêndio florestal de superfície?

Segundo Venturi (2006) o combustível é o responsável pela propagação do fogo como ramos secos, aparas, madeira, mato seco ou outro material disponível no ambiente que possa iniciar o fogo.

Oliveira (2005) faz considerações importantes sobre o combustível. Diz que é o material ou substância que se oxida ou arde no processo da combustão, o agente redutor da reação. Podendo ser sólidos, líquidos ou gasosos e, a grande maioria precisa passar pelo estado gasoso para, então, combinar-se com o oxigênio. Que a velocidade da queima de um

combustível depende de sua capacidade de combinar-se com o oxigênio (estado físico do combustível) sob a ação do calor e da sua fragmentação (área de contato com oxigênio). Os combustíveis sólidos se transformam em gases combustíveis mediante a pirólise que é a decomposição química de uma substância mediante a ação do calor.

O combustível tem também função limitante, pois se não houver nada para queimar, torna-se logicamente impossível a ocorrência do incêndio. O material combustível em uma floresta é talvez o único elemento do triângulo do fogo que pode ser controlado ou manejado pelo homem no caso de programas de prevenções de incêndios, por meio da interrupção de sua continuidade pela abertura de aceiros. Uma vez que o controle da produção ou do fornecimento de oxigênio em uma floresta e a eliminação da possibilidade de surgimento de fonte ígnea, como centelha proveniente de raios é impossível. (SCHUMACHER; BRUN; CALIL, 2005).

6.2.1.2 O que é considerado comburente no incêndio florestal de superfície?

O comburente é todo elemento que, associando-se quimicamente ao combustível, é capaz de fazê-lo entrar em combustão. Por ser encontrado de forma fácil no ar atmosférico, o oxigênio é o principal comburente pelo fato de provocar a oxidação necessária ao desencadear as chamas em um incêndio florestal de superfície.

A influência do oxigênio na combustão é visível através de uma simples experiência. Acendendo uma vela e colocando-a sob uma campânula de vidro. A chama começará a diminuir a intensidade, até se extinguir completamente. Extinto o oxigênio quebra-se o triângulo do fogo e a combustão é contida. O ar atmosférico contém cerca de 21% de oxigênio, e experiências demonstram que se reduzindo esta concentração para 15% não há condições para a combustão ser realizada. (SCHUMACHER; BRUN; CALIL, 2005).

6.2.1.3 O que é considerado fonte ígnea no incêndio florestal de superfície?

Além do combustível e do comburente, torna-se necessária a existência de uma fonte de energia para que a combustão ocorra denominada de calor ou energia de ativação.

Segundo Schumacher; Brun; Calil, 2005, a temperatura de ignição, ponto no qual o combustível, exposto ao ar, entra em combustão sem que haja fonte externa de calor, na maioria dos materiais florestais está entre 260-400C. Então podem ser consideradas como fontes de ignição todas as formas de energia calorífica, capazes de inflamar ou provocar o

aumento da temperatura nos vegetais, tais como, chama, brasa, centelhas elétricas, fagulha, etc.

7 FORMAS DE PROPAGAÇÃO DA ENERGIA EM UM INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

A propagação dos incêndios, embora pareça um processo bastante simples quando se observa um pequeno foco de fogo, é na realidade um fenômeno muito complexo. Os mecanismos que determinam o processo de propagação, principalmente a transferência ou fluxo de calor, são bastante distintos e depende da intensidade do fogo e dos meios materiais existentes na periferia do foco. Uma fonte de calor suficientemente forte é uma das condições necessárias para a ocorrência e a continuidade da combustão para os combustíveis próximos a fim de que o incêndio possa avançar ou se propagar. Essa transferência de calor pode ocorrer através de três mecanismos básicos, condução, radiação e convecção. (BRASIL, 1999).

Oliveira (2005) afirma que a compreensão da química e física do fogo se faz necessária para interpretar seus fenômenos, que incluem a dinâmica dos fluidos e a transferência do calor. O calor é transferido de objetos com temperatura mais alta para aqueles com temperatura mais baixa, ou seja, o mais frio de dois objetos absorverá calor até que esteja com a mesma quantidade de energia do outro. Porém as três formas de propagação da energia em um incêndio florestal de superfície (condução, radiação e convecção), na maioria das vezes, atuam ao mesmo tempo, uma contribuindo mais que as outras sob influência do ambiente (topografia, intensidade dos ventos) e a distribuição dos materiais combustíveis na região onde ocorre a queima.

Brasil (1999) diz que no início de um incêndio, o calor de uma fagulha pode ser transferido para o combustível por qualquer um dos métodos, ou por uma combinação dos mesmos. Quando ocorre a ignição, o calor de qualquer um dos combustíveis deve ser transferido para o interior das peças individuais de combustível (pedaços de madeira) por meio da condução para que a combustão continue. Para que o fogo se propague, o calor deve ser transferido para o combustível que ainda não queimou e essa transferência é feita principalmente pela radiação ou por convecção. Se não existe vento e o terreno é plano, a coluna de convecção é praticamente vertical. Nesse caso a transferência de calor para o combustível à frente do fogo é insignificante e a radiação torna-se o mais importante meio de transmissão do calor que sustenta a combustão. Fatores com presença de vento e uma

topografia acidentada favorecem o movimento convectivo e então a convecção passa a ser o processo dominante na propagação, principalmente dos grandes incêndios.

7.1 A Convecção

O termo convecção é usado pela meteorologia para designar a mudança nas principais propriedades atmosféricas (temperatura, densidade, pressão) por movimento de massa de ar verticalmente. Quando o ar é aquecido próximo a superfície da terra, torna-se mais leve ou menos denso que o ar circunvizinho, subirá produzindo diminuindo a pressão atmosférica sobre a região o que acarretará o deslocamento do ar periférico, mais frio e, portanto mais denso, em direção a esse centro de baixa pressão.

Assim, nos florestais de superfície quando uma região é intensamente aquecida pelas chamas, o ar se expande tornando-se mais leve e em consequência sobe. Esse movimento ascensional (vertical) provoca um deslocamento paralelo ao solo das camadas de ar vizinhas junto à superfície terrestre em direção ao ponto de máximo aquecimento (baixa pressão). Assim forma-se um movimento circular ascendente de massas de ar aquecidas ao redor do ponto, denominada de convecção. O incêndio cria um turbilhonamento no ar, aspirando oxigênio da periferia para o centro, alimentando as chamas, e lançando para cima o ar aquecido. Esse processo é responsável pelo barulho que se ouve em grandes incêndios que se movimentam rapidamente. (PAROLA *et al*, 2003).

Pela convecção o fogo que consomem os vegetais na superfície do solo é determinante no aquecimento da vegetação localizada acima do foco de incêndio, que aquece seca (desidrata) e liberta gases combustíveis, aptos para entrar em combustão.

7.2 A Radiação

Para que os vegetais entrem em combustão é necessário primeiro que combustível seja aquecido. A radiação é uma das formas de propagação da energia capaz de provocar o pré-aquecimento dos vegetais nas imediações do incêndio e prepará-los e para iniciar a combustão, sem que haja presença de meio físico para tal.

Segundo Brasil (1999) a radiação é a forma de transferência do calor através do espaço, por meio de ondas ou raios, em todas as direções, à velocidade da luz. Sendo o único meio de transferência de calor que não requer uma substância (meio físico) intermediária

entre a fonte de calor e a substância receptora, podendo processar-se inclusive no vácuo, como por exemplo, o aquecimento da terra pelo sol.

Corroborando, Oliveira (2005) diz que a radiação ou irradiação térmica é a transmissão de energia em forma de ondas eletromagnéticas. Os corpos emitem ondas eletromagnéticas de forma contínua, devido à agitação térmica das moléculas no seu interior e todos os objetos quentes irradiam calor. A irradiação é, portanto, a transmissão de calor por ondas de energia calorífica que se deslocam através do espaço em todas as direções em linha reta e a velocidade da luz, porém a intensidade com que os corpos são atingidos aumenta ou diminui à medida que em que estão mais próximos ou mais afastados da fonte de calor. Um corpo mais aquecido emite ondas de energia calorífica para outro mais frio até que ambos tenham a mesma temperatura (isotérmica). Deve-se estar atento aos materiais ao redor de uma fonte de calor para removê-los ou protegê-los, a fim de que não ocorram novos incêndios.

7.3 Condução

Pelo processo de condução o calor passa através das moléculas de um corpo sólido, ou ainda de corpo a corpo. No incêndio floresta de superfície o vegetal que tiver em contato com a fonte de calor será aquecido a partir do ponto que estiverem contato com as chamas até a parte mais afastada deste, sendo que a velocidade de aquecimento depende da intensidade da combustão e das condições do material combustível (grau de umidade e espessura). De igual forma pelo processo de condução todo vegetal que estiverem em contato com o que estiver se inflamando também será aquecido.

Este também é o entendimento de Oliveira (2005) quando diz que a condução é o processo de transferência de calor através de um corpo sólido de molécula a molécula. Colocando-se, por exemplo, a extremidade de uma barra de ferro próxima a uma fonte de calor, as moléculas desta extremidade absorverão calor e vibrarão mais vigorosamente e se chocarão com as moléculas vizinhas, transferindo-lhes calor. Essas moléculas vizinhas, por sua vez, passarão adiante a energia calorífica, de modo que o calor será conduzido ao longo da barra para a extremidade fria. É importante mencionar que na condução, o calor passa de molécula a molécula, mas nenhuma molécula é transportada com o calor e quando dois ou mais corpos estão em contato, o calor é conduzido através deles como se fosse um só corpo.

8 O COMPORTAMENTO DO FOGO NOS VEGETAIS

8.1 As Fases da Combustão nos Vegetais em Um Incêndio Florestal de Superfície.

O conhecimento dos fenômenos que envolvem a combustão dos vegetais em um incêndio florestal de superfície, é de fundamental importância para que o comandante da guarnição de bombeiros possa definir a forma de combate mais eficientemente para cada área no local do incêndio. A combustão do material florestal compreende três fases distintas (Figura 2), que segundo Gutierrez *et al.* (2006) são: pré-aquecimento, destilação ou combustão dos gases e incandescência ou consumo do carvão.

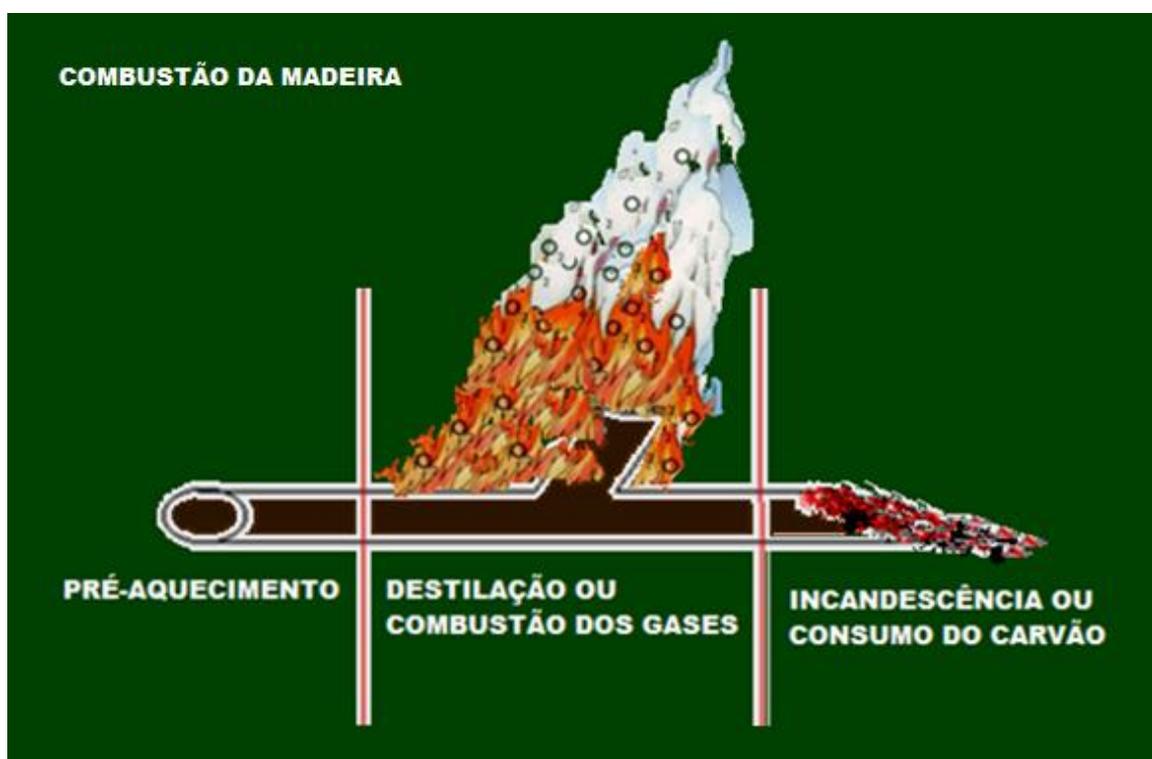


Figura 2: As três fases da combustão dos vegetais, no incêndio florestal de superfície.

Fonte: Do autor.

8.1.1 Pré-aquecimento

É na fase do pré-aquecimento que o material combustível é secado e destilado parcialmente, no entanto sem a existência de chamas, o calor atua eliminando vapores de água e continua aquecendo o combustível até a temperatura de ignição que, ratificando, para os combustíveis florestais fica entre 260 e 400° C. O pré-aquecimento é a fase mais propícia para se realizar o combate, pois neste momento do incêndio florestal de superfície não existe chamas e o calor irradiado ainda não é tão intenso.

8.1.2 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. Quando se observa atentamente um pedaço de madeira que está em processo de queima, é possível perceber que as chamas não estão ligadas diretamente à superfície da madeira, mas que estão separadas por uma fina camada de gases. Isto ocorre porque combustíveis sólidos primeiro são decompostos ou pirolisados pela ação do calor, em vários gases, uns inflamáveis e outros não. (Batista; Soares, 2006).

8.1.3 Incandescência ou consumo do carvão

Nesta fase o carvão, que é o combustível final em um incêndio florestal de superfície, vai gradativamente sendo consumido restando apenas cinzas. O calor gerado é muito intenso, porém, assim como na fase do pré-aquecimento, também não existe chama nem fumaça. E mesmo havendo certa superposição entre as três fases da combustão, podem ser perfeitamente observadas em um incêndio florestal de superfície. Na primeira fase, na medida em que são pré-aquecidas, pelo calor das chamas que se aproximam, percebe-se que as gramíneas e as folhas se enrolam e crestam. A segunda fase, ou zona de combustão dos gases, também é perceptível, uma vez que esta é definida pela presença de chamas. Após a passagem das chamas vem a terceira fase e também distinta das demais, é quando ocorre o consumo de carvão. (BATISTA; SOARES, 2006).

9 CLASSIFICAÇÃO DO INCÊNDIO FLORESTAL QUANTO AO MODO DE PROPAGAÇÃO DA CHAMAS NOS VEGETAIS.

Podemos definir o termo incêndio florestal como sendo o resultado da ação do fogo, em uma cobertura vegetal, que na maioria dos casos é consequência da perda do controle desse fogo pelo homem, tendo como efeito o consumo da cobertura vegetal de uma região, pelas chamas, trazendo danos ambientais à fauna e à flora, bem como prejuízo humano e material. Gutierrez *et al.* (2006) define incêndio florestal, como toda destruição total ou parcial da vegetação, em áreas florestais, ocasionada pelo fogo, sem o controle do homem ou qualquer que seja sua origem.

Já Parola *et al.* (2003) diz que é a combustão, sem controle no espaço e no tempo, dos materiais combustíveis existentes nas áreas florestais.

A literatura também classifica a forma do desenvolvimento e propagação das chamas nos vegetais. Gutierrez *et al.* (2006), por exemplo, classifica esse desenvolvimento em quatro tipos distintos: incêndio de solo ou subterrâneo e turfa; incêndio superficial ou rasteiro; incêndio de copa ou aéreo; incêndio total.

De modo semelhante Parola *et al.* (2003) diz que quanto à propagação dos incêndios através dos combustíveis florestais, é usual utilizar-se a seguinte classificação: incêndio de superfície; incêndio de copas; incêndio subterrâneo e incêndio de projeção.

Vamos então estudar cada classe de incêndio florestal com ênfase para os de superfície por ser o objeto principal de estudo deste trabalho de conclusão de curso.

9.1 Incêndio Florestal de Superfície ou Incêndio Rasteiro

9.1.1 Definições

Struminski (2005) define incêndio florestal de superfície ou incêndio rasteiro aquele que se propaga no piso da floresta ou em vegetação rasteira, queimando restos vegetais não decompostos até cerca de 2 m de altura, produzindo grande calor e que devido à altura são muito difíceis de combater, podem, porém evoluir para subterrâneos e/ou para de copa.

Parola *et al.* (2003) diz que deve ser considerando incêndio de superfície, quando as chamas se propagam junto ao solo, queimando os combustíveis à superfície, como arbustos, folhada e parte superior da manta morta.

Gutierrez *et al.* (2006) na definição para incêndio superficial ou rasteiro diz que é aquele em que o fogo queima vegetação baixa, como capim, arbustos e pequenas árvores.

Schumacher, Brun e Calil (2005) definem incêndio florestal de superfície (Foto 1) como sendo os que se desenvolvem na superfície do piso da floresta, queimando os restos vegetais não decompostos tais como folhas, galhos, gramíneas, tronco, enfim todo o material combustível até cerca de 1,80 metros de altura. Esses materiais são geralmente bastante inflamáveis, principalmente durante o período de estiagem na estação da seca, e por esta razão os incêndios florestais superficiais são caracterizados por uma propagação relativamente rápida, abundância de chamas, 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.

Ainda segundo Schumacher, Brun e Calil (2005) este tipo de incêndio é o mais comuns entre todos os tipos, podendo ocorrer em todas as regiões onde exista vegetação. É também a forma pela qual começam quase todos os incêndios, isto é, praticamente todos os incêndios iniciam como fogos superficiais. Em havendo certas condições favoráveis, tais como tipo de vegetação, material combustível, intensidade de fogo, condições atmosféricas, os incêndios superficiais podem dar origem tanto a incêndios florestais de copa como ao subterrâneo, quer as condições favoreçam a um ou ao outro tipo. E a maneira de queimar, a forma final da área incendiada, a rapidez de propagação e a intensidade do fogo dependem principalmente das características e quantidade de material inflamável, da topografia e das condições atmosféricas.



Foto 1: Incêndio florestal de superfície ou incêndio rasteiro.
Fonte: Álbuns (2005).

Batista e Soares (2003 *apud* PARIZOTTO, 2006) definem incêndio florestal como uma combustão sem controle que se propaga consumindo os combustíveis naturais de uma floresta, tendo como principal característica o fato de propagar-se livremente, respondendo apenas às variações do ambiente e influências derivadas dos combustíveis naturais, clima e topografia. Vélez (2000 *apud* PARIZOTTO, 2006) complementa dizendo que os incêndios florestais são de origem natural ou provocada e que quase sempre inesperado pelo proprietário ou responsável pela área atingida.

9.2 Incêndio Florestal de Copa

9.2.1 Definições

Schumacher, Brun e Calil (2005) consideram incêndios de copa (Foto 2) os que queimam combustíveis acima de 1,80 metros de altura, queimando as folhagens das árvores e que geralmente provocam suas mortes. E com exceção de casos excepcionais, como raios, todos os incêndios de copa originam-se de incêndios superficiais, ratificando assim a necessidade de elaboração deste trabalho, da importância de se ter noções de combate a incêndio florestal de superfície, uma vez que assim é possível reduzir as chances de ocorrer outras formas de incêndios.



Foto 2: Incêndio florestal de copa.
Fonte: UFRRJ (2005).

Geralmente são precedidos de incêndios superficiais ou acompanhados pelos mesmos, uma vez que a queda de materiais incandescentes sobre a vegetação na superfície do solo acaba por ignir esta também. O vento e o distanciamento entre as copas são fatores determinantes manutenção deste tipo de incêndio. (COUTO; CANDIDO, 1995).

Ainda segundo Schumacher, Brun e Calil (2005) estes incêndios propagam-se rapidamente, liberando grande quantidade de calor e são sempre seguidos por um incêndio superficial. Uma vez que os incêndios de copa deixam cair fagulhas e outros materiais acesos

que irão gradativamente queimando arbustos e materiais combustíveis da superfície do solo. Sendo que as condições fundamentais para que haja ocorrência de incêndios de copa são folhagem combustível e presença de vento para transportar o calor de copa em copa. Sendo que em todos os incêndios de copa o fator que influi na sua propagação é o vento, de tal maneira que quando se este inexistente dificilmente o fogo atinge e se expande pela copa das árvores. Normalmente o fogo avança 3 a 4 km/h, dependendo das espécies que caracterizam o bosque incendiado. As coníferas e outras espécies resinosas queimam mais rapidamente do que as folhosas. Em condições favoráveis a velocidade de avanço do fogo pode atingir até 15 km/h. Portanto este tipo de incêndio desenvolve-se especialmente em povoamentos de coníferas, embora existam também algumas espécies de folhosas com folhagem inflamável e por esta razão também sujeita aos incêndios florestais de copa. Pelas características do material combustível e pelas próprias características dos incêndios de copa, são os mais difíceis de serem combatidos.

Van Wagner (1977 *apud* FERNADES, 2002) afirma que o potencial de fogo de copas e, conseqüentemente, a gravidade do efeito do fogo nas árvores, diminui para maiores distâncias entre a copa de uma árvore e o combustível superficial, e aumenta com a densidade foliar da copa.

9.3 Incêndio Florestal Subterrâneo

9.3.1 Definições

No incêndio florestal subterrâneo o fogo propaga se sob a superfície do solo, através de húmus ou turfa, ou seja, das raízes ou na manta morta inferior, normalmente, com uma combustão sem chama e de desenvolvimento lento devido a pouca quantidade de oxigênio e devido o calor intenso causa grandes perdas para a vegetação local.

Para Schumacher, Brun e Calil (2005) o incêndio florestal subterrâneo (Foto 3) é geralmente ocasionado pelo fogo que queima sob a superfície do solo devido ao grande acumulação de matéria orgânica, húmus ou turfa em determinados tipos de florestas. Os tipos de solos em que se produzem estes incêndios se caracterizam por seu grande conteúdo de umidade, os quais, em determinadas circunstâncias, quando secam, ardem facilmente. A elevada temperatura, tornando difícil o combate do mesmo e que algumas vezes um incêndio florestal subterrâneo se transforma em superficial. Que por avançar lentamente este tipo de incêndio causa grandes danos às raízes e a fauna de solo, causando a morte dos mesmos e a

conseqüente morte da árvore. A fertilidade do solo fica comprometida, assim como o solo fica mais sujeito a processos erosivos. E que a dificuldade de extinção determina que muitas vezes um incêndio desta classe dure o suficiente para afetar uma área tão extensa como a abarcada por um incêndio superficial.



Foto 3: Incêndio florestal subterrâneo ou de turfas.
Fonte: Bombeiros (2005).

Struminski (2005) diz que incêndio florestal subterrâneo é a forma de propagação do fogo nas camadas de matéria orgânica sobre o solo mineral, abaixo do piso da floresta. O fogo se propaga lentamente, sem chamas e com pouca fumaça. No entanto a intensidade do calor e o seu poder destrutivo são altos, pois mata as raízes (e as árvores), a microbiologia do solo e favorecem a erosão. Podem ocorrer nas florestas existentes nos topos das montanhas.

Gutierrez *et al.* (2006) define incêndio de solo ou incêndio florestal subterrâneo e turfas como sendo aquele que ocorre junto ao solo, queimando restos vegetais, turfas, folhas secas, galhos e gramíneas, que formam o piso do terreno.

9.4 Incêndio de Projeção

Esta classificação foi dada por Parola *et al.* (2003) e não foi encontrada em nenhuma das outras doutrinas pesquisadas. Ele define os incêndios de projeção quando a sua

propagação se efetua, essencialmente, pela projeção ou deslocamento de materiais incandescentes.

Este processo é responsável pelo aparecimento de focos secundários, em locais relativamente afastados do incêndio principal, podendo afetar seriamente à segurança dos bombeiros. A projeção de matéria pode ocorrer, essencialmente, por três motivos, a saber: quando materiais leves e incandescentes sobem impulsionados pelas correntes de convecção e acabam por cair em locais fora dos afetados pelo incêndio principal; quando materiais mais pesados, como pinhas e pequenos troncos, por exemplo, rolam também em chamas, descendo uma encosta, levando consigo o incêndio abaixo do foco principal; quando ocorre o deslocamento de animais com o pêlo em combustão, podendo assim propagar o incêndio a outros locais.

9.5 Incêndio Total

Esta classificação só foi encontrada em Gutierrez *et al.* (2006) como sendo aquele que ocorre concomitantemente as três classificações anteriores (incêndio florestal subterrâneo, incêndio florestal de superfície ou rasteiro e incêndio florestal de copa ou aéreo).

O tipo de vegetação tem influência diretamente na possibilidade de ocorrência e a propagação do fogo. Florestas densas e úmidas como as formações primárias da Floresta Atlântica tem mais dificuldade em incendiar, ao passo que vegetações secundárias como capoeiras, reflorestamentos ou campos naturais, são naturalmente mais facilmente aquecidos e propensas ao fogo. Bordas de áreas florestais com estradas, clareiras ou trilhas são mais suscetíveis ao fogo devido a presença de cipós, samambaias ou bambus, que facilitam a propagação. (STRUMINSKI, 2005).

10 CONFIGURAÇÃO E PARTES DO INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

Todo incêndio florestal de superfície sempre tem sua origem através de um pequeno foco, que inicialmente vai se propagando para os lados de forma circular, e esta forma continuaria se não houvesse a influência dos vários fatores que controlam e definem sua forma e intensidade. Em terrenos planos (topografia), o vento, por exemplo, é o primeiro fator a manifestar sua influência, transformando sua forma inicial circular em ligeiramente elíptica, uma vez que um dos lados propaga-se mais rapidamente que os demais. A partir desta fase o incêndio vai adquirindo uma forma definida. Em terrenos íngremes, com vento irregular e

inconstante, e combustíveis heterogêneos, os incêndios assumem a forma irregular. Para melhor compreensão e estudo, os incêndios florestais de superfície são divididos em partes: frente principal ou cabeça, dedo, flancos, bolsa, cauda ou base, ilha, foco secundário, perímetro. (SAVIOLI, 1998).



Figura 3: Configuração e partes de um incêndio florestal de superfície.
Fonte: Parola *et al.* (2003).

Pela Figura (3), assim como quando se observa um incêndio florestal de superfície de um helicóptero, fica fácil visualizar sua configuração e identificar suas zona ou partes. E compreende-se que a partir do seu início (foco de incêndio ou incêndio nascente) foi se alastrando por novos combustíveis, desenvolvendo-se inicialmente num pequeno círculo. Em pouco tempo observa-se que, no centro, já não há chamas, mas a quantidade de calor começa a ser suficiente para que haja auto-propagação. Nesta fase diz-se que o incêndio passou do regime pontual para o regime estacionário, não se observando a forma de um círculo, mas sim a de um ovo ou uma elipse, com três tipos de zonas de chamas, evoluindo. A favor do vento ou encosta acima tem-se a frente do incêndio, contra o vento ou encosta abaixo tem-se a cauda ou retaguarda, e entre estas zonas tem-se os flancos. (PAROLA *et al.*, 2003).

10.1 Frente Principal ou Cabeça do incêndio

É a parte ou zona do incêndio que se propaga de forma mais rápida e com maior intensidade de energia calorífica. É a parte que avança sempre seguindo a direção e o sentido do vento. Controlá-la e prevenir a formação de uma nova cabeça é, geralmente, a chave do controle do incêndio florestal de superfície. Porém não se recomenda que os bombeiros façam o ataque direto por esta parte do incêndio, por se tratar de uma zona extremamente quente, com risco de ser atingidos pelas chamas ou por vapores aquecidos.

10.2 Flancos do incêndio

É o nome que se dá às duas laterais do fogo, separam a cabeça da retaguarda. Os flancos se propagam perpendicularmente à frente do incêndio, ligando este à cauda. O flanco direito situa-se no lado direito do sentido de progressão do incêndio e, o esquerdo, do lado esquerdo também com relação ao sentido de propagação das chamas. A partir dos flancos formam-se os dedos que dependendo das características topográficas e da mudança do vento poderá dar origem a outras frentes de fogo.

Em um incêndio florestal de superfície a velocidade de propagação é sempre decrescente no sentido de frente para os flancos e dos flancos para a cauda. (SAVIOLI, 1998).

Assim, o flanco, depois da cauda, é a zona do incêndio florestal de superfície que permite o ataque direto por parte da guarnição de bombeiros combatentes, pois nesta região do incêndio as chamas são menos intensas, que na frente ou cabeça, e que, por conseguinte como menor irradiação de calor permitindo assim uma maior aproximação dos focos.

10.3 Dedo do incêndio

Saliência, alongada e estreita, que se propaga rapidamente a partir de um dos flancos, geralmente ao correspondente em que o incêndio se propaga com maior velocidade. Quando não controlado poderá dar origem a uma nova cabeça.

10.4 Cauda ou Base do incêndio

É a zona que se propaga em direção oposta à cabeça, sempre contra o vento e por vezes em declives, assumindo menor intensidade, queima lenta, com pouca liberação de energia calorífica e que por vezes pode levá-lo a extinguir por si só. A cauda, base ou

retaguarda é a parte do incêndio florestal de superfície mais propícia e segura para que a guarnição de bombeiros combatentes possa efetuar o ataque direto, pois, pelo já exposto, é a zona com menor irradiação de calor e com chamas incipientes, o que reduz significativamente os riscos, que envolvem a operação.

10.5 Bolsa

É a zona compreendida entre o flanco e o dedo, área não atingida próxima ao perímetro, normalmente espaço não queimado entre os dedos, local impróprio para o combate, pois além de ter todas as características da cabeça, oferece sérios riscos aos bombeiros uma vez que as chamas possam vir a cercá-los.

10.6 Ilha

Pequena área situada no interior do perímetro do incêndio que não foi afetada pelo mesmo, isto é, não foi queimada.

10.7 Focos Secundários do incêndio

São pontos exteriores, separados do perímetro do incêndio principal, onde se verifica a início de um novo foco de incêndio. São provocados por fagulhas levadas pelo vento, além da cabeça, ou por materiais incandescentes que rolam em declives. A guarnição de bombeiros devesse fazer o seu combate de imediato e extingui-los rapidamente caso contrário estes focos se transformarão em novas cabeças e continuarão a crescer em tamanho até que se tornar um novo incêndio.

10.8 Perímetro do incêndio

É o nome dado a toda borda que circunda o do fogo, ou seja, o comprimento total das margens da área que esta em processo de queima ou já queimada. O perímetro está sempre mudando, até a extinção do fogo.

10.9 *Black*

É o nome que se dá a parte ou zona por onde o fogo passou, ou seja, é a área queimada dentro do perímetro. É considerada uma área de segurança para os bombeiros, mas em

estando dentro dela devem manter a atenção para com a existência de pontos quente, como troncos incandescentes.

11 FATORES QUE AFETAM O COMPORTAMENTO DO INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

Dentre os fatores que influencia a propagação do incêndio florestal de superfície estão às características dos combustíveis, sua distribuição tanto na vertical quanto na horizontal, sua dimensão e percentagem de combustíveis finos mortos, quantidade ou carga, umidade do combustível, a combustibilidade, topografia do terreno, velocidade de direção dos ventos e unidade relativa do ar. Porém a ação de cada um desses fatores apresenta diferenças entre as varias regiões do Brasil bem como entre as estações do ano.

Rigolot, (1990 *apud* RODRIGUES, 2008) afirma que entre as características dos combustíveis que mais influenciam a ignição e a propagação dos incêndios, destacam-se: a quantidade, a umidade, a inflamabilidade, a continuidade e a compactação.

Também Santos *et al*, (2006) diz que a maior parte dos incêndios florestais tem origem humana, e na maioria dos casos são provocados intencionalmente, por vingança ou desequilíbrio emocional. Mas que são fatores climáticos, como seca e velocidade do vento, ou o relevo do local (topografia) que influenciam a sua propagação e determinam os seus efeitos devastadores. Essa situação vem se agravando em muitos países em conseqüência do acúmulo de material combustível no meio ambiente e, principalmente, devido ao crescimento populacional próximos das áreas verdes.

Todos estes diversos fatores que afetam o comportamento do incêndio florestal de superfície e importantes na propagação dos incêndios devem ser analisados separadamente.

11.1 Condições Meteorológicas

Existem varios componentes meteorológicos que influenciam os incêndio florestal de superfície, aqui serão estudados resumidamente os principais.

11.1.1 Temperatura

A temperatura do ar é um dos fatores responsáveis pela preparação direta ou indireta da combustão, bem como mantém a propagação em um incêndio florestal de superfície.

Diretamente, através da quantidade de calor necessária para elevar o combustível à temperatura de ignição conseqüentemente, quanto mais elevada for à temperatura ambiente mais seca (desidratada) estará a vegetação, levando a uma condição ideal de ignição e, por conseguinte mais rápida será a propagação do fogo. Indiretamente, através de sua influência sobre outros fatores que controlam a propagação do fogo, como por exemplo, o vento que, pelo movimento de correntes de ar, provoca uma instabilidade atmosférica e amplia a oferta de oxigênio ao fogo. Algumas vezes ela é confundida com o calor. Na verdade a temperatura de um material (madeira, folhas etc.) é a condição que determina se este material irá transferir calor ou irá receber calor de outro corpo. Assim, a temperatura é um indicador de calor é uma grandeza física, característica de um dado corpo em um determinado estado físico (sólido, líquido ou gasoso), que é superior ou inferior conforme esse corpo absorveu mais ou menos energia, sofrendo influência do período do dia e à época do ano. A unidade mais usual de temperatura é o grau Celsius (°C). (SAVIOLI, 1998).

Alem disso a temperatura elevada causa maior cansaço e desidratação nos integrantes das guarnições de bombeiros que estiverem emprenhados no combate ao fogo, sendo que em um dia ensolarado, a temperatura máxima ocorre após o meio dia (entre 13 e 15 horas), o pior horário para se combater um incêndio florestal de superfície, por ser o momento mais quente do dia. Após este horário (ou pela manhã) a temperatura cai gradativamente e facilita, o combate aos incêndios. (STRUMINSKI, 2005).

Segundo Brasil (1999) os combustíveis finos, como as folhas dos vegetais, são mais fáceis e rapidamente aquecidos pela temperatura do ar e insolação direta, assim os combustíveis finos respondem mais rapidamente aos efeitos da temperatura do ar e à insolação direta que os maiores. Também os combustíveis maiores apresentam menor temperatura que os finos durante o dia, ocorrendo o inverso à noite, tudo isso ocorre devido à maior presença de água naqueles do que nestes. Assim como nos momentos mais quentes do dia, os combustíveis das encostas voltadas para o norte e o oeste apresentam temperaturas mais altas do que os das faces sul e leste. Sendo que dos combustíveis expostos diretamente à radiação solar, os superficiais geralmente apresentam maior temperatura que os aéreos.

11.1.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é um elemento importante na avaliação do grau de dificuldade de combate aos incêndios, pois quando a umidade atinge o nível de 30 % ou menos, o combate torna-se extremamente difícil. O grau de umidade em uma floresta é

controlado, em grande parte, pelo teor da umidade atmosférica. Isso ocorre porque existe uma troca contínua de vapor d'água entre a atmosfera e o combustível depositado no piso da floresta. Sendo que o material seco absorve água de uma atmosfera úmida e libera água quando o ar está seco. E em período de seca, quando ocorre uma queda considerável na umidade atmosférica, a quantidade de umidade do material vivo é afetada. Assim a umidade relativa do ar é, isoladamente, um dos mais importantes fatores na propagação do incêndio florestal de superfície, principalmente no inverno, como ocorre no sul do Brasil e nas áreas do cerrado. Brasil (1999).

A Tabela (1) mostra a influência da umidade relativa do ar na propagação do incêndio florestal de superfície. Percebe-se que a velocidade de propagação cresce rapidamente à medida que decresce a umidade.

Tabela 1: Tabela de umidade relativa do ar e fator de propagação das chamas.

Umidade relativa do ar (%)	Fator de propagação
45 - 41	1,00
40 - 31	1,4
30 - 26	2,0
25 - 16	2,8
< 16	3,2

Fonte: Soares e Batista (2006a).

São perceptíveis as variações ocorridas na umidade do ar entre os períodos diurnos e a noturnos, onde durante o dia, o ar seco retira umidade da vegetação, aumentando a velocidade do incêndio e à noite, o ar úmido cede umidade à vegetação, tornando a propagação mais lenta. Durante a noite, o solo deixa de receber radiação solar e continua perdendo calor por radiação do solo, assim, se a temperatura da vegetação baixar, então o excesso de vapor de água existente na atmosfera condensa-se e deposita-se na vegetação, formando o orvalho, o que dificulta a propagação das chamas e facilita o seu combate. (PAROLA *et al.* 2003).

De acordo com Rodrigues (2008) a umidade atmosférica é isolada um dos fatores mais importantes na propagação dos incêndios florestais. Os dados sobre ocorrência de incêndios

florestais têm demonstrado que, quando a umidade relativa do ar desce ao nível de 30% ou menos, torna-se extremamente difícil combater um incêndio, pois além de facilitar o processo da combustão, uma vez que reduz a umidade dos vegetais, aumentam os riscos para com a saúde dos bombeiros combates, principalmente os de ordem respiratória. Por outro lado as precipitações umedecem o material combustível e dificultam ou impedem o início e a propagação do fogo, assim existe uma grande correlação entre incêndios e períodos de seca prolongados, sendo que a distribuição da precipitação é, portanto, fator fundamental na definição do início, término e duração da estação de período de fogo. Que além das chuvas a umidade sofre interferência da altitude, uma vez que decresce muito rapidamente com a altitude, explica-se o fenômeno se considerarmos que a umidade atmosférica tem origem na água existente na superfície terrestre.

11.1.3 Precipitação

A presença de precipitação é um fator que limita a ignição e a propagação do incêndio florestal de superfície, podendo reduzir as possibilidades de ocorrências a zero, dependendo do índice pluviométrico. Alguns incêndios de grande proporção só são extintos pela ação direta das chuvas. Por outro lado a ocorrência de incêndio florestal de superfície sempre está relacionada à falta de precipitação. Os longos períodos de estiagem ampliam a capacidade de propagação do incêndio florestal de superfície uma vez que propicia a secagem progressiva do material combustível morto, reduzindo a percentagem de umidade.

11.1.4 Direção e velocidade do vento

Em função de sua variabilidade, influencia diretamente na propagação do fogo, nas seguintes formas:

a) desloca ar úmido do interior da floresta, fazendo aumentar a evaporação e favorecendo a secagem do material combustível. Quando suaves, ajudam as fagulhas a provocarem a ignição dos combustíveis florestais.

b) depois de iniciada a combustão, o vento vai impulsioná-la através do fornecimento contínuo de oxigênio.

c) além de determinar a direção e a forma da combustão, também auxilia a sua propagação, levando materiais incandescentes para outras áreas.

Parola *et al.* (2003) diz que um bom indicador do rumo do vento é a movimentação das nuvens, porque são por ele empurradas e que as modificações mais importantes no seu rumo e velocidade devem-se à disposição do relevo. Também menciona que nos ventos conhecidos por brisas existem dois mecanismos principais: um deles está associado às brisas do vale (diurna) e de montanha (noturna), enquanto o outro está relacionado com as brisas marítima (diurna – início da tarde) e terrestre (noturna – início da noite). Sendo que as brisas do vale e da montanha formam-se da seguinte maneira: quando o sol nasce começa a aquecer o solo, que transmite ao ar parte desse calor. À medida que a temperatura vai aumentando o ar junto ao solo vai ficando mais leve, passando a subir, primeiro, verticalmente e, depois, ao longo da encosta. Simultaneamente, o ar quente junto ao solo é substituído por ar frio que vai descendo na vertical. À noite passa-se exatamente o contrário. Brisas de vale e montanha.

E conclui dizendo que existem sempre dois tipos diferentes de ventos na propagação dos incêndios: aqueles que estão associados à circulação atmosférica geral e os ventos locais. O resultado da conjugação destes dois tipos de vento determina o sentido e a intensidade da propagação.

Soares e Batista (2006a) dizem que o vento é o movimento do ar de alta pressão para áreas de baixa pressão, sendo que as áreas mais próximas do equador por serem mais quentes apresentam menor pressão que nas áreas próximas da latitude de 30^o.

A Tabela (2) mostra a influencia da velocidade do vento na propagação do incêndio florestal de superfície, considerando-se fixas as condições de quantidade e umidade do combustível, umidade relativa do ar e a topografia.

Tabela 2: Tabela de velocidade do vento e fator de propagação das chamas.

Velocidade do vento (km/hora)	Fator de propagação
9 - 16	1,00
17 - 24	2,0
25 - 32	2,8
33 - 40	3,2
41 - 48	3,4

Fonte: Soares e Batista (2006a).

Struminski, (2005) diz que os ventos de montanha são de ciclo diurno, presentes em encostas. Sopram montanha acima durante o dia, devido ao aquecimento da superfície terrestre, facilitando a propagação do fogo e montanha abaixo (fundo de vale) durante a noite, em razão do resfriamento da superfície. Em uma área plana o vento determina a direção do incêndio. Note-se que um incêndio montanha acima equivale a um incêndio em uma área plana com vento forte. A combinação noturna de ventos descendentes, umidade aumentando e temperatura reduzindo facilita o combate neste período do dia, em contrapartida as condições de trabalho é dificultada pela pouca visibilidade.

11.2 Topografia

Topografia é a descrição de toda a superfície terrestre, com suas formas e acidentes naturais, e exerce grande influência sobre o clima, particularmente os ventos convectivos e, em menor escala, influi também sobre a vegetação e conseqüentemente no material combustível das diversas regiões terrestres. (GAYLOR,1974 *apud* RODRIGUES,2008).

A topografia influencia tão significativamente na propagação do incêndio florestal de superfície que alguns autores chegam a incluí-la como um dos elementos do fogo (calor, comburente, combustão, topografia). Segundo Savioli (1998) a topografia exerce sua influência através de três fatores, a saber: elevação, exposição e inclinação.

11.2.1 Exposição

As faces que estão voltadas para a fonte de calor (principalmente o sol) reterá maior quantidade de calor apresentarão, conseqüentemente, maior temperatura, menor umidade relativa e o material combustível se secará mais rapidamente, tornando-se vulnerável à ocorrência de incêndio florestal de superfície. Por exemplo ao sul do Equador, a face norte das montanhas é sempre ensolarada, portanto a mais quente e a de maior risco de incêndios florestais, seguida da oeste e da leste. Conforme aumenta a latitude, a face sul sequer pode receber sol, mesmo no verão. (STRUMINSKI, 2005).

11.2.2 Inclinação

À medida que a inclinação aumenta, a velocidade de propagação do fogo também, pois o material encosta acima é previamente seco pelo calor convectivo e o oxigênio renovando constantemente pela corrente de ar fresco que é aspirada pelo ar quente que sobe,

consequentemente, a combustão ocorre mais rápida e violenta montanha acima. (STRUMINSKI, 2005).

Um incêndio florestal de superfície que se propaga em terreno com aclive acentuado se assemelha a um incêndio que se propaga no plano, sob efeito de fortes ventos. A Tabela (3) demonstra o efeito da inclinação sobre a propagação do fogo.

Tabela 3: Tabela de inclinação do terreno e fator de propagação das chamas.

Inclinação (%)	Fator de propagação
5 - 15	1,00
16 - 25	1,05
26 - 35	1,15
36 - 45	1,20
46 - 55	1,25

Fonte: Soares e Batista (2006a).

11.2.3 Elevação

Segundo Savioli (1998) nos lugares elevados o ar é mais rarefeito e temperaturas mais baixas. Sendo que a cada 300 metros de altitude, a temperatura abaixa dois graus, logo, baixa elevações apresentam características opostas, favoráveis ao risco de incêndio florestal de superfície.

Nos fundos dos vales tem-se um maior potencial de propagação durante o dia e montanhas durante a noite, pois a dissipação do calor do dia é mais lenta nos topos, devido principalmente aos movimentos convectivos das massas de ar aquecidas pela radiação solar. (STRUMINSKI, 2005).

No momento de traçar o plano de combate a um incêndio florestal de superfície é importante que o comandante da equipe e demais integrantes tenham conhecimento sobre o quanto a topografia é capaz de influenciar no processo. Saber que normalmente o vento sopra no aclive durante o dia, e no declive durante a noite, por exemplo, ajudara a determinar em que momento deve ser feito o ataque em que momento a equipe deve descansar. Que a topografia influi ainda no surgimento de focos secundários uma vez que os declives muito

acentuados podem fazer com que combustíveis inflamados rolem e propague o fogo, trazendo risco para a equipe, pois as chamas podem cercá-la.

11.3 Material Combustível

O material combustível nos incêndios florestais de superfície são todos os material orgânico (folhas, galhos, troncos...), vivo ou morto, no solo, sobre o solo ou acima do solo até 1,80 metros, que seja possível entrar em ignição e queimar. A quantidade varia em cada região, a depender do tipo, espaçamento e idade da vegetação.

Por ser um dos componentes do triângulo do fogo, é fator principal e imprescindível para a ocorrência e propagação do incêndio em questão. Assim não poderá existir fogo se não houver combustível para queimar.

No entanto o tipo de cobertura florestal influencia o comportamento do fogo de várias formas. Uma floresta densa, fechada intercepta a radiação solar, reduzindo a temperatura do ar, e, conseqüentemente, do material combustível no interior da mesma, propiciando a formação de um micro clima mais ameno, com uma concentração mais elevada de umidade, e os seus combustíveis apresentam um conteúdo maior e mais estável que uma floresta rala e aberta. Esta por sua vez permite a penetração mais livre dos raios solares e do vento, produzindo aumentos na temperatura do combustível e na taxa de evaporação. Outro aspecto relacionado ao tipo de floresta diz respeito à natureza da mesma, isto é, se é natural ou implantada, resultado de monocultura por exemplo. De uma maneira geral povoamentos puros, implantados são mais sujeitos aos incêndios florestais de superfície pelo fato de deixarem o ponto de ignição dos vegetais em uma mesma área mais parelhos, diferente de uma floresta natural e intocada, onde existe uma diversificação de vegetais e conseqüentemente variação no ponto de ignição entre eles. (RODRIGUES, 2008).

Outra contribuição significativa dada pelo material combustível ao incêndio florestal de superfície, esta relacionada à quantidade de energia envolvida no processo, ou seja, a magnitude e velocidade de libertação de energia por um fogo é diretamente proporcional à carga de combustível, isto é, à quantidade de biomassa por unidade de área. (BATISTA; SOARES, 1997 *apud* RODRIGUES, 2008)

Já a umidade do combustível, que é a quantidade de água que ele contém, expressa em percentagem relativamente ao seu peso seco, tem uma importância fundamental na ignição e no desenvolvimento da combustão. Assim quanto menor for à umidade contida nos materiais

combustíveis, mais fácil será a ignição e o desenvolvimento do incêndio. A variação do teor de umidade é muito maior nos organismos mortos do que nos vivos, uma vez que estes regulam a quantidade de umidade de que necessitam. As folhas vivas das árvores contêm entre 50 a 80% de umidade, com o seu máximo nos períodos chuvosos. No entanto a probabilidade de ignição é praticamente nula, para a maioria dos combustíveis florestais, quando o teor de umidade está acima de 25 a 30%. Esse limite é chamado umidade de extinção. Após longos períodos de estiagem, o teor de umidade dos combustíveis mortos está sempre abaixo da umidade de extinção aumentando a possibilidade de ocorrência de incêndios florestais de superfície. Os fatores meteorológicos que controlam a umidade do material combustível são a chuva, umidade relativa do ar e temperatura, bem como o vento e radiação solar que podem secagem do combustível. (PAROLA *et al.* 2003).

12 RISCOS A SAÚDE E À VIDA HUMANA ENVOLVIDOS NO COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

A atividade de combate a incêndio florestal de superfície esta permeada por riscos a integridade física e a vida dos bombeiros combatentes. Riscos relacionados às temperaturas extremas tanto pela aproximação ou pelo contato direto com as chamas quanto pela radiação solar, com possibilidade de desidratação, ou pelo frio noturno. Risco de ser impactados por materiais (pedras ou vegetais incandescentes) que rolam de locais íngremes. Risco de choque elétrico pelo contato direto ou indireto com fios de alta tensão caídos ou não. Risco de acidentes envolvendo o manuseio dos próprios equipamentos, como por exemplos, ferir em ferramentas cortantes. Risco de quedas, entorses, luxações, escoriações. Riscos respiratórios por inalação de vapores super aquecidos ou fumaça. Risco de ser cercado pelas chamas. Riscos de ataques de animais (peçonhentos ou não) que estão fugindo das chamas.

Para minimizar os riscos que envolvem a atividade, as equipes empregadas no combate devem ser compostas por pessoas que além de dominarem as técnicas que o trabalho exige também saibam avaliar e gerenciar os riscos que possam surgir. Portanto é fundamental que as pessoas envolvidas nessas operações sejam treinadas preliminarmente. (PARIZOTTO, 2006).

A segurança dos bombeiros baseia-se em um conjunto simultâneo de fatores, que dentre estes estão: o bom preparo físico dos combatentes, reduzindo a probabilidade de ocorrer lesões, uma vez que se trata de uma atividade que exige um grande esforço físico, pois

alem de longas caminhadas por terrenos muitas vezes irregulares e íngremes, tem que se fazer o transporte de todos os equipamentos de combate, de peso considerável; ter equipamentos de proteção individual adequados para esse tipo de atividade, como vestimentas, óculos, mascarar, luvas e coturnos; ter conhecimento dos riscos existentes no local do trabalho, como conhecimento da topografia e das espécies animais existentes. O conhecimento e cumprimento dos procedimentos existentes sobre gerenciamento dos riscos no combate a incêndio florestal de superfície minimizaram as possibilidades de lesões tornando a operação mais segura.

12.1 Regras Básicas de Segurança Para O Combate E Extinção A Incêndio Florestal de Superfície.

Os bombeiros que atuam no combate a incêndios florestais de superfície devem ficar atento a sua evolução e aos fatores que determinam o seu comportamento para que o serviço executado seja eficaz e a equipe não seja surpreendida pela mudança de direção das chamas. (PAROLA *et al.*, 2003).

Mudanças de direção dos ventos além de mudar a direção do incêndio podem favorecer o surgimento de focos secundários, circundando os bombeiros combatentes. Em terrenos íngremes e acidentados o comandante da equipe de bombeiros deve ter sempre um plano atualizado de fuga caso o fogo torne uma ameaça iminente para sua equipe. Prever caminhos de fuga, saber, permanentemente, como se pode fugir para atingir um ponto seguro é fundamental, e será vital em caso de emergência. Vegetação densa deve sempre que possível ser evitada como rota fuga, pois além da grande quantidade de material combustível e a dificuldade que a equipe encontrara para se deslocar neste meio, o incêndio pode tomar proporções dantescas e vir a alcançar e ferir bombeiros.

Também deve estar atento às condições meteorológicas. Pois nos períodos mais quentes do dia o ideal é que somente os bombeiros que estiverem trabalhando com veículo na construção de aceiro, por exemplo, continuem suas atividades, o restante da equipe deve nutrir-se para evitar a desidratação, reorganizar os equipamentos e descansar, para retornar o combate tão logo à temperatura ambiental fique mais amena. O comandante da equipe deve escolher um local para descanso, que sempre que for possível deve ser dentro do *Black*. Deve descansar-se, sempre que possível, por turnos e em grupo, e é fundamental que a equipe se

mantenha sempre junta, para que sejam atingidos pelas chamas por estarem em locais desprovidos de segurança. (PAROLA *et al.*, 2003).

Se a atividade de combate se prolongar até o período noturno numa área desconhecida, para a segurança de todos, os membros da equipe deve permanecer sempre juntos e fazer uso de lanternas. Pois neste período, os riscos são maiores, devido a pouca visibilidade nos tornamos mais vulneráveis as ameaças do ambiente. É também durante a noite que a maioria dos animais selvagem se deslocam a procura de alimento e pode atacar membro da guarnição.

Se a guarnição for cercada pelas chamas enquanto estiver fazendo o combate a incêndio florestal de superfície, o lugar mais seguro para o refugio é a área queimada (o *Black*), uma vez que se não foi consumido o material combustível por completo o que ficar no *Black* dificilmente será suficiente para que se propague um novo foco de incêndio.

Por fim Parola *et al.* (2003) diz que para aumenta as hipóteses de reagir com sucesso numa situação de perigo iminente, deve-se certificar previamente que as instruções recebidas do comandante da operação foram perfeitamente entendidas ou questioná-lo até ficar totalmente esclarecida com relação forma de atuação, manter sempre o contato com o chefe de equipe e com os outros membros, não atuar isoladamente.

13 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E PRIMEIROS SOCORROS QUE PODEM SER UTILIZADOS DURANTE O COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

Os equipamentos de proteção individual visam à proteção da integridade física dos combates, evitando que a chamas ou outros ameaças possa atingir diretamente o corpo do bombeiro.

O emprego, nos incêndios florestais de superfície, de equipamento de proteção individual desenvolvido para os incêndios estruturais, muito comuns entre bombeiros é uma ação que não atende aos princípios técnicos exigidos para o combate em ambiente florestal. Além de representarem risco para os combatentes ao limitarem a transpiração e respiração cutânea, dificultam a locomoção e inibem os movimentos, diminuindo a eficácia destas ações, aumentando o desgaste físico dos combatentes. (PARIZOTTO, 2006).

Assim entre os equipamentos de proteção individual que devem ser utilizados durante um combate a incêndio florestal de superfície podemos destacar os seguintes:

13.1 Roupas

São compostas por um conjunto duas peças, uma calça e uma camisa. Na cor amarela e de fácil visualização em um ambiente com fumaça ou em meio à vegetação, típico de uma situação de incêndio florestal de superfície. Terá que ser um material flexível, que apresente certa resistência às chamas e ao calor, e contenha faixas reflexivas fixadas de forma permanente na parte posterior e anterior, para facilitar sua visualização no período noturno, ter material tratado com substâncias retardantes às chamas e ao calor, ter zonas de maior fricção reforçada. (PARIZOTTO, 2006).

13.2 Óculos

Equipamento destinado a dar proteção os olhos do bombeiro combate, principalmente contra fagulha, vapores super aquecidos e cinzas quentes, poeira, bem como evitar que ramos pontiagudos os atinjam.

Composto de material retardante a ação do fogo, não metálico e não condutor, sem deformação permanente a temperaturas próximas a 100° C, visor com frontal plano, panorâmico, abrangendo o campo de visão de ambos os olhos, com resistência ao impacto e deformações térmicas, fixador flexível que permita o ajuste ao rosto, máscara ocular, constituída de peça única, que ofereça proteção contra a entrada de gases e permita aeração, lente incolor e fume, lente que possui três ângulos de ajuste, canais de ventilação localizado nas partes superior e inferior para o melhor fluxo de ar, anti-embaçante, anti-risco, anti-estática e agentes químicos. (PARIZOTTO, 2006).

13.3 Capacete

Destinados a proteção da cabeça dos bombeiros combatente, principalmente contra impacto direto em galhos de árvores e da radiação direta do sol. É ideal que contenha um tecido protetor da parte posterior do pescoço. Com casco rígido, com especificações próprias para incêndio florestal, ajustável na cabeça e com proteção para o pescoço com tecido retardante a ação do fogo. (PARIZOTTO, 2006).

13.4 Botas Ou Coturnos

Destinada a proteção dos pés, tornozelos e pernas dos bombeiros combatentes, principalmente contra elevadas temperaturas e escoriações provocadas por impactos em objetos fixos como trocos de arvores, bem como proteção contra ataque de pequenos animais, como serpentes e escorpiões.

13.5 Luvas

As luvas devem ser confeccionadas em material resistente a alta temperatura, confortáveis e maleáveis bem como ter cano comprido o suficiente para proteger os punhos do bombeiro contra queimaduras ou escoriações proveniente de atrito com galhos ou ramos.

13.6 Mascaras Ou Lenços Faciais

Tem o objetivo de proteger as via aeres e a fase do bombeiro combatente contra fuligem superaquecida. Deve ser de fácil adaptação, flexível, confeccionada em material inodoro flexível e antialérgico. Confeccionada em algodão 100%, com fator de proteção para pós irritantes e fumaça. Com estrutura ajustável sobre o nariz e cordel regulável permitindo melhor fixação na face do operador. Lavável e com durabilidade media de 06 meses. (PARIZOTTO, 2006).

13.7 Capa de Chuva

É importante que tenha um conjunto (calça e gandola), a disposição de cada combate quando houver previsão de chuva para a área afetada pelo sinistro. No entanto, o ideal e que seja na cor amarela para facilitar a visualização no ambiente de combate, e que este item fique no posto de comando, e só na iminência de chuva seja levado e entregue aos combates, para evitar o transporte de peso desnecessariamente.

Porém além de ter a disposição todos os equipamentos, e utilizá-los, a proteção só será eficaz se os bombeiros os usarem de forma correta. Como por exemplo, usar sempre o capacete com francalete apertado, os óculos colocados, a rosto coberto, as mangas cobrindo toda a extensão dos braços, baixadas cobertas pelas luvas na altura do punho e as calças sobrepondo-se às botas.

Já os materiais de primeiros socorros a serem utilizados durante ou após o combate a incêndio florestal de superfície deve ser dimensionados levando se em consideração o tempo de permanência no local da ocorrência bem como o número de pessoas a serem atendidas. Sendo que sua escolha deve se pautar aos riscos inerentes a atividade de incêndio florestal de superfície, que normalmente são queimaduras, cortes, desidratação, entorses, picadas de insetos e animais peçonhentos.

No trabalho de Schumacher, Brun e Calil (2005) sobre incêndio florestal diz que os elementos essenciais para se compor um kit básico de primeiros socorros deve conter no mínimo água oxigenada; água sanitária; álcool; algodão; aspirina; bicarbonato; bolsa de água quente; bolsa de gelo; esparadrapo; gases esterilizadas; mercurocromo; pinças; seringas descartáveis para injeções; tiras para ataduras; tônico cardíaco.

Ainda segundo os mesmos autores em situações imprevisíveis, é fundamental seguir algumas normas básicas de segurança. Em tratamento com o acidentado em combate a campo, em qualquer situação, deve transmitir e demonstrar à vítima calma e serenidade. Verificar as condições do acidentado e o tipo de acidente ocorrido (se queimadura, contusão, asfixia, hemorragia, envenenamento, ferida, deslocamento, fratura, convulsão, ataque nervoso, mordida de serpente, picada de inseto etc.). Manter o acidentado em posição horizontal e se houver necessidade de movê-lo, fazer com o máximo de cuidado. Se a vítima estiver vomitando, devera ser colocada na posição lateralizada para evitar o refluxo e asfixia caso ocorra à inconsciência. Sendo necessário transportar a vítima no meio da floresta, improvisar maca, sacos e transportá-la acima do ombro, caminhar compassadamente para eliminar os efeitos do balanço. No caso de utilizar veículos, manter uma velocidade adequada que evite saltos e movimentos bruscos principalmente se o paciente for vítima de queda que possa ter causado lesões internas graves, como suspeita de fratura na serviçal.

No caso de hemorragia grave, ou parada cardiorrespiratória devem ser tratados com a máxima urgência, pois comprometem a vida rapidamente. Nos casos de queimaduras, verificar a gravidade, extensão e profundidade da lesão, lavar os ferimentos, com soro e cobri-lo com gases umedecidos. Caso ocorra convulsão ou desmaios da vítima, colocá-la na posição horizontal e afrouxar ou tirar suas roupas, segurar com as mãos a cabeça do paciente para evitar que se fira, e afaste todos os materiais que estão próximos que ofereçam riscos. Assim que recobrar a consciência, posicionar o paciente de forma lateralizada para que fique em repouso. Nos casos de contusões, luxações, entorse ou fraturas, a região afetada deve ser

imobilizada, esses tipos de lesões são facilmente reconhecidos, pois provocam dores, inchaço, por vezes deformidades (luxação) e impossibilidade de movimentação.

O controle de incêndios florestais de superfície é essencialmente um trabalho em equipe. Sendo esta composta por uma guarnição que atua diretamente no palco do incêndio e outra que cujas ações em incêndios de grande proporção se dão de maneira indireta formada por pessoal de maior conhecimento técnico. Porquanto, quando se tem uma equipe bem preparada fisicamente e tecnicamente e ferramentas apropriadas, o processo de combate e extinção a incêndios florestais de superfície, tende a serem mais eficientes e eficazes. (VÉLEZ, 2000 *apud* PARIZOTTO, 2006).

14 MATERIAIS OPERACIONAIS QUE PODEM SER ÚTEIS NO COMBATE E EXTIÇÃO A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE.

Segundo Batista e Soares (2003 *apud* PARIZOTTO, 2006) materiais de controle de incêndios florestais de superfície são equipamentos adequados, produtos ou ferramentas utilizados para quebrar a combinação de combustão entre o oxigênio, calor e combustível.

Geralmente a maioria das ferramentas utilizadas na agricultura e nos serviços no meio rural, também pode ser empregada no combate e extinção a incêndios florestais de superfície. (GERMANO, 1998).

A escolha dos equipamentos destinados ao combate aos incêndios florestais de superfície deve ser feita tendo o prévio conhecimento das características da região florestal a se proteger, levando-se em consideração tais como, a topografia (relevo), a vegetação, recursos hídricos próximos que possam ou não ser utilizados como fonte de captação de água durante o combate.

Na opção por meios materiais adequados reflete toda a estrutura de combate utilizada que envolve aspectos desde formação adequada das equipes, cobertura florestal da região, zonas prioritárias a serem protegidas e dizem respeito principalmente à doutrina de combate a ser utilizado. (CIANCIULLI, 1981 *apud* PARIZOTTO, 2006).

O sucesso do combate de um incêndio florestal de superfície depende da combinação de pessoal preparado com os equipamentos corretos. Na escolha dos materiais devem-se considerar os seguintes aspectos: eficácia, eficiência, produtividade, versatilidade, portabilidade, durabilidade, manutenção e reposição e padronização. (HEIKKILA *et al*, 1993 *apud* PARIZOTTO, 2006).

No entanto as ferramentas que desempenham mais de uma função são as mais adequadas para o serviço de controle de incêndios florestais de superfície porque facilitam o transporte e o trabalho das equipes de combate. (BATISTA; SOARES, 2003 *apud* PARIZOTTO, 2006).

Esses materiais devem estar sempre mantidos, disponíveis e acondicionados de tal forma que em qualquer momento possam ser mobilizado com rapidez, considerando que neste tipo de ocorrência, sendo previsível ou não, quando se tem o rápido emprego dos recursos materiais existentes pode reduzir, de forma significativa, os danos humanos, ambientais e materiais decorrentes.

Não se deve deixar para separar o material no momento da eclosão de um incêndio florestal, pois cada minuto perdido representa mais área queimada pelo fogo e mais prejuízos. Logo nos locais destinados para o acondicionamento dos materiais devem ficar sempre em separado os de primeiro emprego pronto para uso em qualquer tempo. O ideal é que estes materiais sejam acondicionados dentro de caixas que na medida do possível devessem ser transportadas inteiras para o local do incêndio, para tornar o combate mais rápido e eficiente.

Para facilitar o estudo será feita uma divisão dos materiais de combate a incêndios florestais de superfície segundo critérios de utilização e finalidades.

14.1 Material Básico

É importante que esses equipamentos sejam de fácil transporte (na medida do possível que tenham dimensões e pesos reduzidos) e manuseio, para que seja minimizado o desgaste devido às longas caminhadas, e por outro lado tornar a sua utilização mais simples para que seu emprego alcance o objetivo esperado.

Para Pascual (2000 *apud* PARIZOTTO, 2006) diz que essas ferramentas devem conter as seguintes características:

- ✓ Versáteis, podendo ser utilizadas em distintas tarefas e funcionamento, dependendo do tipo de fogo e do combustível existente.
- ✓ Portáteis, podendo ser transportada facilmente
- ✓ Duradouras, devendo para isso serem fabricadas com materiais resistentes às condições adversas a que irão ser submetidas.
- ✓ De fácil manutenção, de forma que ao acabar um incêndio as mesmas possam rapidamente estar em condições de serem operadas novamente.

- ✓ Normatizadas, tecnicamente desenvolvidas e ajustadas para os incêndios florestais de superfície.
- ✓ Econômicas, permitindo que todos os órgãos, pessoas e instituições voltadas para o controle de incêndios florestais de superfície possam adquiri-las.

Baseado nestas considerações pode-se elencar algumas ferramentas e equipamentos que devem fazer parte do grupo de materiais básicos.

14.1.1 Ferramentas combinadas

São ferramentas multifuncionais, que combinam em uma estrutura mais de uma ferramenta. Isso facilita o principalmente transporte.

14.1.1.1 Mcleod

Ferramenta que combina enxada e rastelo em uma mesma estrutura (cabo), reduzindo assim o volume de equipamento a ser transportado, bem como o peso.

14.1.1.2 Pulaski

Ferramenta que combina machado e picareta em uma mesma estrutura (cabo), e assim como o Mcleod reduz o volume de equipamento a ser transportado, bem como o peso.

14.1.2 Enxadas

Ferramenta utilizada principalmente para na construção de aceiro, mas pode ser usada durante o rescaldo para cobrir troncos que ainda estiverem em combustão dentro do *Black*. Devem ser utilizadas de modo a remover o mínimo necessário do solo para se poupar as energias do bombeiro combate.

14.1.3 Foices

Ferramenta utilizada na construção de aceiro, mas que pode ser utilizada para abrir caminho em mata fechada para poder chegar ao foco do incêndio o empreender fuga em caso de risco. Deve-se evitar cortar troncos grossos com esta ferramenta, pois o desgaste físico será maior e não será eficiente.

14.1.4 Rastelos

Ferramenta utilizada para remover os restos de vegetais (folhas e pequenos galhos) na construção de aceiro.

14.1.5 Machados

Ferramenta utilizada principalmente para cortar troncos de árvores incandescente que estejam dentro do *Black*, e sob risco de rolarem para áreas verdes e causarem novos focos. Neste caso fica inviável o uso de ferramentas movida à combustão devido o risco de se incendiarem.

Também pode ser empregado para cortar árvores que estejam na linha projetada para a construção de aceiro ou que estejam obstruindo a passagem de veículos pesados.

14.1.6 Bombas Costais

Utilizada para fazer o transporte de água até o foco do incêndio, onde em muitos casos veículos de combate não podem chegar devido principalmente a topografia e a vegetação. Devem ser confeccionadas em material leve para que seja facilitado o seu transporte por longas caminhadas.

14.1.7 Cantis

Utilizado para o transporte de água para reidratar o bombeiro combatente.

14.1.8 Facões

Ferramenta utilizada tanto para cortar pequenos trocos que estiverem na linha projetada para a passagem do aceiro, como para fazer aberturas na mata para empreender fuga em caso de risco.

14.1.9 Abafadores

Utilizado no combate direto às chamas. Nos incêndios florestais de superfície quando se faz o ataque combinado o emprego da bomba costal com abafadores obtém-se maior eficiência e eficácia.

14.1.10 Pás

Ferramenta utilizada para a remoção de materiais combustíveis durante a construção do aceiro, também pode ser empregada para cobrir com terra, troncos que estiverem em combustão durante o combate ou rescaldo.

14.1.11 Lanternas

Equipamento utilizado durante a noite para ajudar a equipe durante os deslocamentos, também pode ser improvisado como equipamento de comunicação (posicionamento) entre as guarnições ou entre combatentes.

14.1.12 Apitos

Equipamento que pode ser utilizado na comunicação entre guarnições ou entre combatente.

14.2 Material Auxiliar

São materiais que em um segundo momento auxiliará os combates na manutenção de outros, na comunicação, no ataque indireto, etc.

14.2.1 Moto-serra

Ferramenta utilizada para cortar árvores ou troncos que estejam na linha projetada para a construção dos aceiros. Não deve ser utilizada quando o objeto a ser cortado estiver em processo de combustão devido do risco de incendiar-se.

14.2.2 Bambi bucket

Equipamento utilizado para o transporte aéreo de água.

Helicópteros também podem ser usados com tanques fixos ou adaptados com "BAMBI BUCKET" (bolsa pendurada) que levam o agente extintor, normalmente água. GERMANO (1998).

14.2.3 Cunhas de madeira ou de ferro

Utilizada para fazer a fixação dos cabos às respectivas ferramentas

14.2.4 Limas

Equipamento utilizado para afiar o corte de ferramentas com fio. Exemplo, enxada, machado, facão.

14.2.5 Roçadeiras

Equipamento utilizado para roçar vegetação para ampliar e tornar o aceiro mais seguro e eficaz.

14.2.6 Pinga-fogo

Equipamento muito útil tanto no combate indireto as chamas, como na ampliação de aceiro.

14.2.7 Binóculos

Equipamento que pode ser utilizado tanto no dimensionamento do tamanho do incêndio florestal de superfície, quanto para auxiliar a avaliação topográfica do terreno ou na localizar de guarnições em locais distantes.

14.2.8 Cordas (cabos)

Pode ser utilizado para fazer resgate de combatentes que por ventura caírem em alguma vala, fazer o içamento de equipamento e ferramentas em locais íngremes, moverem troncos que estejam na linha projetada ou ainda para a construção do aceiro ou para fixação das barracas no posto de operação.

14.2.9 Gancho, laço e caixa para captura e aprisionamento de ofídios.

Durante um incêndio é comum que os animais da área sinistrada fujam em busca de abrigo seguro, e poderão chegar até as barracas no posto de comando da operação ou mesmo ser encontrado pela equipe no local de combate e para evitar acidentes e importante que esses animais na medida do possível sejam capturados e entre aos órgãos de proteção competentes.

14.3 Material para emergência

Devido os riscos, inerentes a atividade de combate a incêndios florestais de superfície, a que estão submetidos os bombeiros combatentes, é fundamental que dentre os materiais levado para o campo de combate estejam materiais que possam ser usados nos caso de emergências relacionadas à integridade física e a vida dos combates.

14.3.1 Ambulância com pessoal habilitado

Utilizada para prestar os primeiros socorros a bombeiros que sofram acidente durante a operação de combate.

14.3.2 Kit de primeiros socorros

Em uma ação de combate a incêndio florestal de superfície, são inúmeros os riscos a que estão submetidos os bombeiros combatentes, portanto é fundamental que no palco de ações tenha kit de primeiros socorros, contendo no mínimo soro fisiológico, soro antiofídico, ataduras, gases, anestésicos e antitérmicos.

14.4 Material de Orientação

14.4.1 Bússolas

Equipamento utilizado para orientação da guarnição no terreno onde esta sendo feito o combate. Pode ser útil tanto para que se mantenha na direção planejada para o combate como ao empreender fuga em caso de risco direcionado a um local seguro, assim como ajudar no retorno ao posto de operações, mesmo quando se encontrarem em meio à mata que impeça visualização geral do local.

14.4.2 GPS (Global Position System)

Equipamento utilizado para se definir a posição exata da guarnição no terreno de combate. É muito importante em situações em que uma equipe tenha que localizar outra, por exemplo, para fazer a sua substituição ou para fazer o resgate de vítima em situação de urgência.

14.4.3 Cartas topográficas

Utilizada pelo combate da operação para definir em que ponto deve ser iniciado o combate, onde podem ser entrados os recursos naturais como água, onde ser montado o posto de comando da operação, onde pode e onde não dá para a utilização de veículos pesados.

14.5 Material de Comunicação

Em um ambiente muitas vezes desconhecido pela equipe, é fundamental que se tenha um sistema de comunicação eficiente.

14.5.1 Estações fixas de rádio

Equipamento utilizado na comunicação entre equipes de combate e a base de operações, bem como na comunicação entre membros de uma guarnição. Em grandes operações de combate a incêndio florestal de superfície, poderá ser montada nas proximidades da área sinistrada se possível no posto de comandado.

14.5.2 Estações portáteis de rádio (HT)

Cada equipe que for para a área sinistrada devesse levar consigo no mínimo um rádio (HT), e se possível uma bateria sobressalente.

14.5.3 Telefones

Em áreas onde houver cobertura por empresa de telefonia móvel, o uso de celular torna-se indispensável. Porém é prudente que se tenha baterias sobressalentes para serem utilizadas em caso de necessidade.

14.5.4 Sinalizadores visuais

Conjunto de equipamentos capazes de lançar no espaço sinalizador visual (luz ou fumaça, ou ambos) e sonoro. Podendo também ser usado fogos de artifício para atingir o mesmo objetivo.

14.6 Material Moto Mecanizado Terrestre e Aéreo Para o Combate a Incêndio Florestal de Superfície

Neste tipo de operação o trabalho braçal é extremamente desgastante, portanto sempre que possível deve ter o apoio de maquinários.

No entanto para o funcionamento desses maquinários movidos à combustão é necessário combustível para o abastecimento, óleo para motor, lubrificante e querosene na manutenção, logo cabe ao comandante de operação providenciar local o mais próximo possível para o abastecimento. Sendo ideal que o combustível para motosserras, roçadeiras e pinga-fogo seja transportado para o palco da ação.

14.6.1 Tratores

Veículo que pode ser empregado na remoção de objeto que estejam dificultando a construção do aceiro. Poder ser utilizado para levar água, em tanques, até próximo ao foco do incêndio para o abastecimento de bombas costais por exemplo. Os que têm esteiras poderão também ser usados para abrir caminho para outros veículos ou construção de aceiros.

14.6.2 Arados

Equipamento que acoplado a um trator poderá ser empregado na construção de um aceiro.

14.6.3 Caminhão de bombeiro

Veículo utilizado para o transporte de água para o combate, bem como de ferramenta, equipamentos, e pessoal.

14.6.4 Caminhonete e caminhoneta

Veículo utilizado para o transporte de ferramenta, equipamentos, e pessoal em locais onde não seja possível transito de outros veículos maiores.

14.6.5 Aviões

Poderá ser utilizados principalmente para transporte de água para efetuar o combate aéreo.

Velez (2000 *apud* PARIZOTTO, 2006) afirma que as aeronaves são utilizadas no controle de incêndios florestais desde o ano de 1919. No entanto esses mecanismos possuem possibilidades e limitações, assim deve-se conhecer em profundidade ambos para definir seu uso corretamente.

14.6.6 Helicópteros

Utilizado tanto para o transporte de pessoal, equipamentos, ferramentas bem como água para o ataque aéreo.

14.6.7 Gerador

Pode ser utilizado o sistema de iluminação do acampamento.

14.6.8 Bomba d'água

Pode ser utilizada na captação água, em mananciais, para abastecimento dos equipamentos e veículos de combate.

14.7 Material Para Acampamento

Quando for necessário a permanência da guarnição ou dos equipamentos nas proximidades do local sinistrado por um período prolongado (dias) e não existir instalações fixas como residências ou galpões nas imediações que possam servir para abrigo e local de descanso para as equipes, o comandante da operação deverá providenciar recursos materiais para que seja montado um acampamento provisório.

14.7.1.1 Barracas

As barracas destinam-se ao descanso dos bombeiros combatentes e como abrigo para equipamentos (rádios, telefones) que não possam ficar expostos a chuva (caso aconteça).

14.7.1.2 Redes para dormir

Geralmente não é possível ou viável montar um alojamento provisório, contendo camas com colchões, nas proximidades do local onde se efetua o combate as chamas. Também deitar-se sobre o solo ou sobre colchões no solo é ariscado, pois animais de pequeno porte e os que rastejam, ao empreenderem fuga das chamas podem atacar o bombeiro

enquanto este dorme. Este risco será minimizado caso o combatente esteja descansando em uma rede, a uma determinada altura do solo. Animais que rastejam ou de pequeno porte, por exemplo, não poderiam atacá-lo.

14.7.1.3 Material de iluminação

Dentre os materiais destinados a montagem do acampamento, devesse ter lampiões a gás ou conjunto de baterias e com fios e lâmpadas, para seja feita a iluminação do acampamento no período noturno.

14.7.1.4 Alimentação

O comandante de operação devesse providenciar alimentação necessária para todos os integrantes da equipe, bem como reidratante corporal.

É importante ressaltar que a quantidade de ferramentas e equipamentos empregados em uma operação de combate e extinção a incêndio florestal de superfície, vai variar considerando a quantidade de bombeiros combates existentes e da dimensão da área atingida.

Com relação à utilização das ferramentas e dos equipamentos deverão ser utilizadas procurando se aplicar algumas Leis Físicas, visando aumentar a produção e o diminuir o desgaste de seus usuários. Ao se utilizar uma foice, por exemplo, fazer cortes com ângulo de 45° e dar golpes firmes e ao utilizar enxada deve tangenciar o solo e não tentar abri-lo com valetas, removendo o mínimo possível de solo para evitar desgaste desnecessário. E quando não estiver sendo empregadas as bombas costais devem ser colocadas sobre o solo. PARIZOTTO (2006).

Com relação ao deslocamento para a área de combate, devesse ser feito com rapidez, tanto para dar início às ações de combate como para levar socorro às equipes. Diante disso, tecnicamente, uma tendência mundial tem sido a de utilizar veículos leves e rápidos em detrimento a veículos pesados principalmente devido à existência de acessos restritos. A água possui efeitos restritos nos incêndios florestais pela sua escassez e dificuldade de transporte, logo os veículos de pequeno porte levam materiais para combate indireto, e ainda podem ser adaptados com pequenos volumes de água (de 500 a 1000 litros) em tanques portáteis. Também considerando a sazonalidade dos incêndios florestais, o uso de veículos adaptados pode permitir o seu uso contínuo ao longo do ano e não apenas nos períodos de risco de incêndios florestais de superfície. (VELEZ, 2000 *apud* PARIZOTTO, 2006).

Com relação ao uso de aeronaves no controle de incêndios florestais de superfície sem dúvida representam uma eficiente ferramenta para o combate e apresentam algumas vantagens, que são listadas a seguir:

- ✓ Controle mais efetivo do crescimento da cobertura florestal;
- ✓ Prevenção a nível regional através de patrulhamento aéreo;
- ✓ Auxílio na detecção, através da observação aérea em períodos críticos;
- ✓ Levantamento de dados meteorológicos;
- ✓ Eficiência de combate em terrenos altamente acidentados inacessíveis por terra;
- ✓ Rapidez no deslocamento de primeira intervenção, evitando o aumento de intensidade do fogo, facilitando as ações das equipes de terra.
- ✓ Possibilidade de transporte de equipe ou de lançamento das equipes de combate através de pára-quadras diminuindo o tempo resposta.
- ✓ Obtenção de uma visão global do incêndio, aumentando as informações para a tomada de decisões.

Obviamente, como todo equipamento o uso de aeronaves não apresenta somente vantagens. As principais desvantagens são as consideradas abaixo:

- ✓ Alto custo inicial para a aquisição da aeronave, aproximadamente US\$ 1.500.000,00 (a de menor custo) equivalente a dezenas de caminhões montados e equipados ou várias de dezenas de caminhonetes 4x4 dotadas de kit tanque-bomba.
- ✓ Elevado custo de manutenção, que tende a aumentar com o envelhecimento da aeronave;
- ✓ Exigência de estrutura em terra, como aeródromos e veículos para reabastecimento;
- ✓ Ociosidade para outras finalidades, já que os aviões de asa fixa (Air Tractor e Canadair) possuem uso restrito e sazonal. Uma solução para esta situação seria a substituição de aeronaves de asa fixa por asa rotativa, que poderiam ser utilizadas para outros fins e durante todo o ano. Nesse caso a desvantagem repousa no pequeno volume de água transportado, quase o equivalente a uma Caminhonete.
- ✓ O serviço aéreo não dispensa os serviços de terra. Ao contrário, é dependente deste.
- ✓ O avião tem uso restrito à noite, o helicóptero, ou a maioria deles sequer voa, tornando-se ineficazes nesses períodos. (VÉLEZ, 2000 *apud* PARIZOTTO, 2006, p. 30-31).

O importante é que no momento de se fazer a opção técnica pela aquisição de um ou outro equipamento é preciso preliminarmente fazer discussão e avaliação das estruturas de combate a serem utilizadas.

15 GERENCIAMENTO DOS RISCOS ENVOLVIDOS NA MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MATERIAL DE COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

A manutenção, o transporte e a utilização das ferramentas e equipamentos de combate a incêndios florestais de superfície sempre trazem riscos para os bombeiros. Então devem ser seguidos alguns procedimentos de segurança, para que a atividade seja realizada sem que ocorra acidentes.

Na manutenção e manuseio das ferramentas ou equipamentos que utilizam algum tipo de combustível, e de fundamental importância que o operador os mantenha afastados de qualquer fonte ígnea, principalmente quando for abastecê-los. Neste momento é prudente isolar o local afastando todo material combustível, pois caso ocorra um princípio de fogo não haverá meio para se propagar e provocar um incêndio.

A imperícia ou a imprudência (pessoa fumando e abastecendo a moto-serra) poderá provocar não só riscos de acidentes pessoais, como queimaduras graves, mas também pode dar origem a outro foco de incêndio bem como a destruição do equipamento. GERMANO (1998).

As ferramentas manuais devem ser transportadas na mão, seguras no ponto de equilíbrio e com os cortes virados para o solo ou, no caso de apresentarem fio duplo, deverão ser transportadas com estes paralelos ao solo. Quando o terreno for inclinado os bombeiros deverão transportar as ferramentas na mão que está mais próxima do solo. Em terrenos planos todos deverão imitar o bombeiro que vai à frente (comandante da equipe). A distância entre dois bombeiros quer em trabalho, quer em deslocamento, será sempre superior à soma dos comprimentos das respectivas ferramentas. Quando as ferramentas não estão em trabalho devem manter-se empilhadas ou encostadas em local bem visível e nunca deitadas no chão para evitar acidentes. O acondicionamento nos veículos deve ser feito em caixas ou em locais adequados com os fios cobertos com material resistente para evitar que integrantes da equipe sejam feridos. (PAROLA *et al.* 2003).

De acordo com o mesmo autor o Moto-serra e moto-roçadeira são os instrumentos de trabalho que mais acidentes provocam, e que por isso, requerem atenção e conhecimentos especiais por parte dos seus utilizadores. O treinamento prévio é imprescindível para quem vai trabalhar com esses equipamentos, caso contrário não se deve operar com eles.

Os condutores de tratores ou outros veículos além de ser habilitados para a condução dos mesmos, devem ser orientados pelo comandante da guarnição sobre os locais onde existem riscos de acidentes, e devem conduzi-los sempre observando o sentido das chamadas para que não sejam cercados pelas mesmas.

A guarnição quando estiver combatendo em locais íngremes não deve trabalhar abaixo do local onde as máquinas estão operando, devido ao risco de queda ou rolamento de pedras ou outros materiais. Também devido ao condutor muitas vezes ter visibilidade limitada, o comandante dos bombeiros deve orientar sua equipe para que evitem se transitar ou arrastar mangueiras pela frente e por detrás das máquinas em operação. E para se aproximar de máquina espere o momento em que ela esteja completamente parada e após o seu condutor

ter feito sinal para tal, mesmo assim, manter se permanentemente à vista do condutor. Os passageiros dos veículos que estão sendo utilizado no combate a incêndio florestal de superfície nunca devem entrar ou sair dos mesmos, quando estes estiverem em movimento. E dentro do plano de segurança do comandante dos bombeiros, deve estar incluído a orientação previa, aos condutores das máquinas que equipadas com lâminas, para que em uma situação de emergência, eles são os escalados para construir uma zona de segurança para a guarnição.

Quando estiver sendo utilizado aeronave no combate as chamas, os bombeiros não deverão fazer sinais à mesma, tais como agitar os braços abertos, exceto quando tal for indispensável para sinalizar a sua posição, pois pode retirar (desnecessariamente) a atenção dos pilotos para com obstáculos que possa esta a frente. As guarnições devem ficar atentas para os lançamentos de água (Foto 5), efetuado a baixa altitude, podem ser muito perigosos para os bombeiros que se encontram na zona da descarga. Pois podem derrubar uma pessoa que esteja de pé e, mesmo, lançá-la contra pedras, árvores ou outros objetos ou desenraizar árvores ou quebrar galhos e afetar gravemente uma pessoa que se encontre desprotegida, podendo provocar a sua morte. (PAROLA *et al.* 2003).



Foto 4: Aeronave lançando de água. A – De frente; B – De lado.
Fonte: Parola *et al.* (2003).

A zona mais perigosa e com possibilidade de ser afetado pelo seu lançamento esta num raio de 6 m do centro da descarga. E na iminência de ser atingido o bombeiro deve sair da área de descarga, e procurar um obstáculo sólido, como um grande bloco de pedra, para se esconder. Devera sair de uma área com árvores e deitar-se sobre o solo (Foto 6), pois estando de pé aumenta a possibilidade de se ferir com gravidade. Deitar-se de barriga para baixo, de frente para a aeronave com o capacete e os óculos colocados e apertados, os pés afastados, cerca de meio metro, para dar maior estabilidade ao corpo, a face coberta, o equipamento que transporta firmemente agarrado, de forma a que se não solte e que não possa ser projetado contra o corpo e a cabeça. (PAROLA *et al.* 2003).



Foto 5: Posição a adotar quando existir a possibilidade de ser atingido por uma descarga de uma aeronave.

Fonte: Parola *et al.* (2003).

Quando for empregado helicóptero no combate a incêndio florestal de superfície os dever também seguir regras de segurança. Não se aproximar de um helicóptero a aterrissar ou a descolar sem se posicionar na sua frente, bem à vista do piloto e com os óculos colocados; não permanecer numa área que seja destinada a pouso de helicóptero; não fumar a menos de 15 m de um helicóptero, mesmo que este esteja totalmente parado ou nas zonas de reabastecimento de combustível. E durante o vôo além de ser proibido fumar, os bombeiros também devem usar permanentemente o cinto de segurança apertado e não o abrir até que o

piloto dê ordens para tal. As ferramentas devem estar bem fixadas no helicóptero ou firmemente seguras nas mãos dos bombeiros para evitar que se soltem e provoquem danos, nunca lançar nada do helicóptero. Só falar com o piloto se for indispensável, em particular durante as descolagens e aterragens, em caso de emergência durante o voo procure não entrar em pânico e ajude os que ficarem, deixando o piloto à vontade para lidar com essa situação.

Outra situação que traz risco de acidente é no embarque e desembarque em helicópteros, instantes em que os bombeiros devem ficar mais atentos para com as regras de segurança. A aproximação e o afastamento de um helicóptero no solo apresentam perigos que têm que ser evitados, em especial porque os seus rotores (principal e traseiro), cujo contato é mortal, movimentam-se em alta rotação e são muitas vezes invisíveis conforme pode ser percebido na Foto (7).



Foto 6: Rotores de um helicóptero. A – Rotor principal; B – Rotor de cauda.
Fonte: Parola et al. (2003).

Os bombeiros devem aproximar ou afastar-se de um helicóptero sempre pela frente deste, na zona de visão do piloto e só quando este der autorização, nunca se aproximar ou deixar alguém aproximar-se pela zona do rotor traseiro. Os bombeiros que estiverem transportando ferramentas de combate devem posicionar os cabos das mesmas na horizontal, ao aproximar ou afasta de um helicóptero, para evitar que toquem no rotor principal. Ao aproximar ou afastar-se do helicóptero o bombeiro devera estar numa posição curvada para evitar o rotor principal. Nunca se deve aproximar ou afastar de um helicóptero pela zona em

que o terreno é mais elevado do que o local onde ele está aterrado. Deve usar-se o vestuário de proteção devidamente apertado, óculos e capacete colocados, sendo este ainda firmemente seguro pela mão.

A Foto (8) mostra o modo correto de se aproximar de um helicóptero (Foto 8 - A) e o modo pelo qual não se deve fazer a aproximação desse tipo de aeronave (Foto 8 - B).



Foto 7: Aproximação a um helicóptero; A – Correto; B – Incorreto.
Fonte: Parola *et al.* (2003).

16 CONTROLE E CONSERVAÇÃO DAS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

Para Germano (1998) as ferramentas e equipamentos usados na prevenção e no combate a incêndios florestais de superfície, dentro do período crítico, deverão ser isolados para uso exclusivo e, de preferência, devem ser marcadas, pintadas as partes do cabo em vermelho ou outra cor para identificá-las. E que as ferramentas, normalmente afiadas, deverão ter na parte cortante ou de sua ponta aguda, protetores de couro ou ainda de borracha que evite acidentes pessoais ou dano ao próprio material ou a outros.

Com relação à manutenção e importante que seja feita diariamente, para o bom desenvolvimento dos serviços, e que cada bombeiro combatente seja o responsável pelo zelo do seu material antes e depois do uso, no que refere à limpeza, afiação, reabastecimento e outras ações em nível de primeiro escalão. A manutenção de segundo escalão (remendos, soldas, mecânica de veículos, etc.) deverá ser executada por pessoas especializadas, ou pelo menos com maior experiência com as ferramentas. (PARIZOTTO, 2006).

Com relação ao transporte das ferramentas e equipamentos devem ser seguir todas as normas de segurança, pois a maioria são rígidos e cortantes, o que aumenta o risco de acidentes. No transporte em veículos, por exemplo, devem-se prender todas as ferramentas e materiais fixado-as com cordas ou dentro de caixas próprias para seu transporte com segurança, e se possível evitar que pessoas e materiais dividam o mesmo compartimento ou transporte. Já no caso de transporte manual deve-se respeitar uma distância segura entre os homens de pelo menos 2 metros, para que as lâminas das ferramentas não ofereçam risco. As ferramentas devem ser transportadas com a parte cortante voltada para baixo evitando movimentos de vai e vem. (PARIZOTTO, 2006).

E Germano (1998) acrescenta que as ferramentas devem ser mantidas em bom estado de conservação e deve servir-se unicamente à sua finalidade específica. Que ao trabalhar com ferramentas, deve haver uma separação de uns três (3) metros entre cada um dos homens e quando não está sendo usada, a ferramenta deve estar acondicionada em lugar visível e de tal forma que seu corte ou ponta fique para baixo e não cause qualquer acidente com qualquer pessoa que passe pelo local.

Os equipamentos devem ser checados constantemente se estão onde deviriam e sua funcionalidade. Isso deve ser feito com todos os equipamentos e ferramentas desde os de combate direto aos materiais de primeiros socorros. Cabe aqui ratificar que não se pode e nem deve esperar o aviso de incêndio florestal de superfície para checar o equipamento.

17 O COMBATE E EXTINÇÃO DO INCÊNDIO FLORESTAL DE SUPERFÍCIE

O combate e extinção de um incêndio florestal de superfície, de modo eficiente e eficaz, dependem de fatores e decisões que deverão ser tomadas antes mesmo de da eclosão do fogo. O conhecimento detalhado da topografia e da vegetação onde ocorreu a maior incidência de focos nos últimos anos, por parte dos bombeiros combatente em suas

respectivas circunscrições de atuação, por exemplo, contribuirá para o rápido atendimento às futuras ocorrências.

Geranano (1999) enumerou uma serie de ações preliminares que ajudarão no processo de extinção e combate a incêndio florestal de superfície, e que serão analisadas a seguir.

17.1 Conhecimento da Área e Peculiaridades

Ele afirma que existem muitas coisas que os bombeiros combatentes podem fazer antes de receber o aviso de incêndio florestal de superfície e que podem ajudar a tomar decisões corretas quando for necessário, sendo imprescindível o conhecimento da área para que mais facilmente possa trabalhar nela.

17.1.1 Caminhos ou estradas

O conhecimento prévio dos caminhos ou estradas e pistas da área sinistradas, tanto asfaltadas como de terra batida, saber se estão em condições de trafego ou não, são informações essenciais para planejar o tipo de transporte para o local quando tiver que desenvolver uma operação de combate a incêndio florestal de superfície na região.

17.1.2 Barreiras

O conhecimento prévio dos pontos onde existem pontes, estreitamentos, túneis, cercados, na área, e seus acessos com os meios de extinção (carro de transporte de pessoal, auto-bomba, e outros), bem como da existência de locais com obstáculos, naturais ou não, como barrancos, áreas pantanosas, zonas escarpadas, desfiladeiros, também interferira no planejamento logístico, para uma futura ação no local.

17.1.3 Mapas

E importante que exista, à disposição, mapas da área de atuação, contendo os pontos onde podem ser encontrados meios que disponíveis para a extinção (bombas, tratores, depósitos e pontos de abastecimento de água), assim como os caminhos e estradas, barreiras, áreas mais perigosas, limites de propriedades e outras observações importantes.

17.1.4 Topografia

O conhecimento prévio dos aspectos geográficos e vegetativos da área, como relevo, locais íngremes, correntes de água, enfim, tudo o que possa alterar o comportamento (intensidade, focos secundários) do fogo e tipo de vegetação deverão ser levadas em conta no momento do planejamento de combate e extinção a um incêndio florestal de superfície.

17.1.5 Combustíveis

Como o conhecimento prévio dos combustíveis de uma região será possível prever que tipo de propagação ocorrerá em caso de incêndio florestal (subterrâneo, superfície, copa) e determinar a que tipos equipamentos e ferramentas deveram ser adquiridos para operações futuras na referida área.

17.1.6 População

É importante que se tenha um conhecimento prévio com relação aos moradores da área. Onde vivem os proprietários e quais as atitudes tomadas por eles quando ocorre um incêndio florestal de superfície na região? Onde podem ser encontradas as chaves dos cadeados quando as portas estiverem fechadas? Que tipos de material (ferramentas, tratores, bombas, e outros) os moradores da região possuem que podem ser utilizados no combate e extinção dos focos? Possuem-se peões ou outras pessoas que poderão ser usadas para colaborar com os grupos de extinção de incêndios florestais? Qual a quantidade? Tudo isso contribuirá para que o início do combate às chamas seja no menor tempo possível.

17.1.7 Conhecimento das condições climáticas

Segundo Germano (1998) os fatores climáticos que influenciam no surgimento ou não de um incêndio são a velocidade e direção do vento, duração da seca ou possibilidade de chuvas e a umidade do combustível florestal. O monitoramento destes fatores é tão importante que nos Estados Unidos da América do Norte, particularmente na Califórnia, todo posto de combate a incêndio florestal, possui uma base climatológica para verificar as condições do tempo, que está em constante variação. Os estudos destes fatores além de indicar a iminência de um incêndio podem dizer em que momento a guarnição deve avançar ou recuar durante o combate.

17.1.8 Comportamento do fogo

Ao analisar o comportamento dos incêndios florestais de superfície que ocorreram recentemente é possível prever, para cada dia, segundo as condições do tempo, como se comportarão os incêndios que poderão surgir. Essa previsão deve ser realizada pela manhã, ao receber a informação meteorológica.

17.2 O Conhecimento das Forças de Extinção Disponíveis

É conveniente que o comandante de uma operação de combate a incêndio florestal de superfície tenha prévio conhecimento da quantidade e localização de todos os recursos (humano e material) disponíveis.

17.2.1 Equipe e Pessoal

É importante e sempre que possível ter como integrante da guarnição pessoas que já atuaram em combates anteriores na mesma área onde o incêndio se propaga, pois podem indicar os pontos positivos e negativos das experiências anteriores.

17.2.1.1 Forças de apoio

O comandante da operação de combate a um incêndio florestal de superfície tem que saber com que forças pode contar e se será suficiente. Essas forças incluem outras instituições, outras cidades, outros órgãos públicos ou privados, voluntários, enfim, tudo e todos os meios disponíveis. Através da linha hierárquica correspondente deve-se ter conexão para poder avisar quando serão necessárias.

O ideal é que o comandante de operação de combate a incêndio florestal de superfície faça contato direto, antes mesmo de ocorrer o incêndio, com toda a comunidade, e trace as estratégias, com todos os segmentos que poderão ser mobilizados na situação de emergência, definindo o que, com que, e como cada um deve contribuir. Deixando assim todos os recursos preparados para o dia em que a situação exigir.

17.3 Informações Relevantes Que Deve Ser Coletadas em Uma Chamada Para Atendimento em Ocorrência A Incêndio Florestal de Superfície

Quando o corpo de bombeiro for solicitado a atender uma ocorrência que envolva incêndio florestal de superfície, têm que ser levantadas algumas informações com as quais a prestação do serviço tende a ser mais eficiente, desde o envio dos recursos compatíveis a orientações preliminares ao solicitante.

17.3.1 Localização

Após o atendimento da chamada não dever restar dúvidas sobre como chegar ao local da ocorrência. Quando se tem mapas disponíveis o ideal é que sejam sinalizados os pontos onde estão os focos.

17.3.2 Levantamento de informações relevantes

O telefonista deve colher informações sobre fatores que possam influenciar o comportamento do incêndio florestal de superfície e dificulte o combate, como velocidade dos ventos, tempo de queima quantidade e tipo de combustível, e outros que possam facilitar o combate como a possibilidade de chuva, em breve, no local, dados que devem ser profundamente analisados pelo comando da operação.

17.3.3 Itinerário para o local

Antes de iniciar o deslocamento da guarnição de combate, deve ser confirmado, através de mapas, qual é o melhor caminho para chegar ao local, se no trajeto existem interrupções como engarrafamentos (zona urbana), manutenção ou reforma ou desvios de pistas, que devem ser evitados.

17.3.4 Dados a serem coletados no ato do recebimento da chamada para a ocorrência

Deve-se obter do solicitante todos os dados possíveis sobre incêndio, visando que essa comunicação seja completa para possibilitar um atendimento de forma rápida.

17.3.4.1 Nome do solicitante

Deve ser pedido o nome do solicitante e qual a função dele na propriedade (dono, empregado, etc.) ou se é alguém que não tem vínculo com a propriedade, mas que apenas esta presenciando (testemunha) o incêndio.

17.3.4.2 Telefone (contato) do solicitante

É importante que seja solicitado um telefone para a confirmação da ocorrência, pois pode ser apenas um trote, e serão deslocados os recursos desnecessariamente.

17.3.4.3 Causa suposta do incêndio

Qual foi a causa do incêndio? (queimada para limpeza de roça, vandalismo, etc.)

17.3.4.4 Velocidade do fogo

Qual é a velocidade do fogo? (rápido ou lento). Usar como parâmetro a velocidade do vento. Em momento de calmaria a velocidade de propagação do fogo é lenta.

17.3.4.5 Localização do incêndio

É muito importante que não reste dúvidas com relação ao local exato do foco de incêndio, para isso sempre que possível deve ser solicitado pontos de referência.

17.3.4.6 Itinerário para o local

Pedir orientação ao solicitante sobre os caminhos mais fáceis de acesso ao local.

17.3.4.7 Sobre a propriedade

Qual é o nome da propriedade?

Qual é o nome do proprietário?

Qual é a extensão estimada do incêndio?

Qual o tipo de combustível que está queimando?

Quais os bens ameaçados?

Há quanto tempo iniciou o incêndio?

17.3.4.8 Valores ameaçados

Que bens móveis e imóveis são ameaçados pelo incêndio? (pessoas, animais, casa, veículo, plantações, etc.), no entanto no momento do resgate deve ser priorizando sempre a vida.

17.4 A Caminho do incêndio florestal

Após confirmar a ocorrência deve ser repassado às informações relevantes sobre o local. Como combustíveis e terreno, os caminhos de acesso, as barreiras naturais ou artificiais que possam dificultar ou impedir a propagação do incêndio, quem é o proprietário da área e se esta no local, se já ocorreu outros incêndios na área e quais as suas causas, que recursos a propriedade possui que podem ser utilizados como forças de combate e de apoio.

17.4.1 Comparar o incêndio atual com os ocorridos recentemente na mesma área ou em áreas próximas

Após ter o conhecimento dos tipos de combustíveis, do terreno e do clima no dia do fato, deve ser traçado projeções para o comportamento e evolução do incêndio comparando-o com os ocorridos na área ou imediações.

17.5 Chegada ao Local do Incêndio Florestal de Superfície

Todo o conhecimento prévio ajudará o comandante da operação no instante em que chegar ao local do incêndio para estudá-lo e analisá-lo a procura da melhor forma para poder atacá-lo.

Chegando ao local do incêndio, o comandante da operação deverá observá-lo com tranquilidade para ter uma idéia completa sobre a ocorrência. Os minutos seguintes são críticos para o êxito do primeiro ataque, por isso é a avaliar deve ser rápida, tomando-se o tempo suficiente para adotar as decisões corretas.

17.5.1 Análise de situação

É necessário analisar as partes do incêndio e os problemas especiais e próprios que podem surgir, principalmente em suas frentes. Se não for possível ver-se todo o incêndio, e

não houve como definir em que direção o fogo avança; nesse caso, é preciso deslocar-se até ser possível obter esta informação. E ainda:

- ✓ Procurar identificar a formação vegetal. Qual a sua disposição? Continuidade vertical? Ou horizontal? E o tipo? É leve, pesado ou verde? Existem combustíveis nas copas das árvores? Ramos seco? Existe acumulação dos combustíveis florestais, zonas cultivadas, matas ou reserva ecológica no caminho para onde o fogo avança?
- ✓ Devera avaliar a topografia. É declive, aclive ou plano? Têm barrancos, vales estreitos? Tem riscos ou terrenos perigosos a locomoção? Existem barreiras naturais ou artificiais, caminhos ou pistas de acesso?
- ✓ Procurar identificar as condições meteorológicas na área do incêndio. Como velocidade e direção dos ventos, se estão constante ou variável, se existe previsão de chuva, como esta a umidade relativa do ar e o que se deve esperar para os próximos dias.
- ✓ Definir a velocidade de propagação do fogo (lenta ou rápida).
- ✓ Identificar os bens móveis e imóveis (pessoas, animais, casa, veículos, etc.) que estão adiante do incêndio, ratificando que deve ser sempre priorizado a socorro às vidas que estiverem ameaçadas.
- ✓ Deve-se decidir qual a melhor forma de se efetuar o ataque, se por meio ataque direto, indireto ou fogo contra fogo.
- ✓ Deve-se identificar a existência de aceiros natural e dos pontos onde deveram ser colocados os artificiais.
- ✓ Assim que for possível ver todo o incêndio, deve-se pré-definir um lugar para detê-lo e o tempo necessário. Para isso deve ser identificado frente, flancos, retaguarda e se existe focos secundários, e definir o melhor ponto para o primeiro ataque.
- ✓ Definir que recursos são necessários para construir e manter os aceiros.
- ✓ Quantificar os recursos existentes no local. Saber se já existe alguém fazendo o ataque e identificá-los, quantificá-los, assumindo a segurança deles e liderá-los.
- ✓ Definir se será necessário apoio de outras instituições, e em que (pessoal, máquinas, ferramenta) e qual a quantidade.
- ✓ Prognosticar como devera ser o comportamento e a ação dos incêndios diante das mudanças atmosféricas ou em vegetação diferenciadas a frente, pois toda

ação contra o incêndio florestal de superfície deve ser levado em conta o comportamento atual do incêndio e o provável comportamento futuro.

- ✓ Dever ser previsto rotas ou caminhos alternativos de escape e fuga para todo o pessoal envolvido no combate, caso seja necessário abandonar o local por qualquer risco, e deve se do conhecimento de todos.
- ✓ Conservar e preservar o ponto de origem do incêndio, preservar as evidências. Observar se existe algum indício de como se iniciou o incêndio, e determinar sua proteção para posterior investigação (perícia).

Um reconhecimento rápido e uma análise breve da situação permitirão iniciar em seguida um ataque mais eficiente e eficaz, porém todos estes fatores devem ser reavaliados e analisados constante e continuamente enquanto durar a operação.

Perante estas informações o comandante da operação devera dar instruções claras e assegurar-se que os combatentes as entendam. Designará um combatente para ocupar um posto de observação, para fazer a fiscalização sempre que houver perigo. Determinar o início do combate, mantendo-se sempre inteirado sobre o comportamento do incêndio, observando sempre que possível pessoalmente. Assim como manterá sempre comunicação com o pessoal, chefes e forças de apoio.

17.5.1.1 Fatores de segurança

A observação para com a segurança da guarnição também deve ser constante, e deve partir de todos. Cada um cumprindo as respectivas normas de atuação segundo sua função, durante o combate, para que esse objetivo seja alcançado. O conhecimento de todos os riscos deve ser de domínios de todos os integrantes da equipe.

Os incêndios florestais de superfície devem ser combatidos energicamente, mas primando sempre pelos fatores de segurança pessoal e coletiva. Se não houver segurança não se deve fazer o atacar. Os equipamentos também devem ser protegidos, os veículos que devem se colocados em locais seguros e só devem ser empregados quando for possível fazê-lo com segurança. E o ideal é que sejam conduzidos por pessoas experientes e habilitados, para evitar acidentes.

17.6 Termos Relacionados às Operações de Combate

Antes de partir para a exposição das técnicas de combate e extinção aos incêndios florestais de superfície existem alguns termos pertinentes a esta atividade que dever ser compreendidos, que são:

17.6.1 Operação

Conjunto organizado de recursos, racionalizados e direcionados para o atendimento de um incêndio florestal de superfície.

17.6.2 Guarnição

Grupo de bombeiros combatentes reunidos sob o comando ou direção de um líder (o comandante).

17.6.3 Combate ao incêndio

Para Struminski (2005) é o tempo gasto na execução de ações de eliminação do fogo e no rescaldo.

17.6.4 Posto de comando

Central de operações e apoio logístico, responsável por providenciar todos os recursos necessários para manter a operação em funcionamento. Todas as necessidades da equipe no local da operação devem se atendidas e pensadas pelas pessoas que ocupam funções no posto de comando.

17.6.5 Comandante da operação

Bombeiro mais graduado no local da ocorrência, responsável pelo comando da operação de combate a incêndio florestal de superfície.

Dentre as missões do comande da operação esta gerenciar para que ninguém trabalhe sozinho, nem bombeiros, nem voluntários. Elaboração de rotas de escape com seguras. Evitar que a guarnição trabalhe em condições de má visibilidade, próxima de linhas elétricas baixas ou não cortadas. Que todos utilizem equipamentos de proteção individual de forma correta. Que todos os equipamentos estejam sempre em bom funcionamento. Fazer com que a

comunicação não falhe ou falte. Gerenciar a inexperiência por parte dos voluntários. Gerenciar os riscos principalmente durante o trabalho noturno. Gerenciar as dificuldades referentes ao desconhecimento da área em que vai atuar. E elaborar e fazer com que seja implementado o plano de combate ao incêndio, etc.

17.6.6 Central de operação ou comunicação

Parte da estrutura do posto de comando que, sempre que possível deveria estar integrado a este, responsável por receber informação e retransmiti-la ao comandante da operação ou do comandante aos demais componente da operação.

Todas as alterações (mudança de sentido das chamadas, riscos etc.) e necessidades devem ser repassadas a central de operações. Informar a extensão do incêndio, como se comporta o fogo, se há necessidade de reforço e de que tipo. No entanto as informações devem ser claras, concisas e precisas.

17.7 Plano de Ataque

Após avaliar todos os fatores que envolver os incêndios florestais de superfície o comandante terá subsídios suficientes para elaborar um plano de ataque as chamadas.

Existem dois métodos de combate que pode ser adotado para em uma situação de combate a incêndio florestal de superfície que tanto pode ser empregados isoladamente ou em conjunto. São eles o combate direto às chamadas e o combate indireto às chamadas e que serão definidos na seqüência.

No entanto se após análise ficar comprovado que não se pode atacar o incêndio só com as forças disponíveis, deve se procurar refúgio em um local seguro utilizando se de uma barreira, tal como uma estrada, margem de rio, córrego, lagoa e, a partir deste ponto solicitar outros meios adicionais necessários e iniciar o combate.

17.8 As Formas de Ataque no Combate e Extinção a Incêndio Florestal de Superfície

O fogo torna se extinto quando deixa de existir por algum instante um dos elementos do triângulo do fogo florestal (combustível, comburente, fonte ígnea). Segundo Soares (1982 *apud* RODRIGUES, 2008) existem pelo menos quatro métodos de combate ao incêndio florestal de superfície e serão analisados a seguir.

17.8.1 Ataque direto

É o método de combate a incêndio florestal de superfície quando o fogo é atacado diretamente, quando sua velocidade de propagação ainda for lenta e possibilite a aproximação da guarnição de combate. Geralmente este método se processa, principalmente, na tentativa de retirar o comburente (oxigênio) com o uso de abafadores manuais, ou pela cobertura do material combustível com terra, ou ainda com água, o agente extintor mais comum, lançada em grande quantidade, sobre as chamas, por meio de mangueiras, extintores portáteis ou sobre rodas, bombas costais, aviões, ou outros meios. A água também atua por resfriamento ao reduzir ou eliminar a energia produtora da reação em cadeia (calor), baixando a temperatura.

17.8.2 Ataque indireto

Em um incêndio florestal de superfície muitas vezes a intensidade do fogo ou da fumaça é tão alta que não permite a aproximar do bombeiro para iniciar o combate direto. Então deve ser empregado o método de combate indireto que pode ser executado nas seguintes formas:

17.8.2.1 Remoção do material combustível

O combustível é um dos elementos do triângulo do fogo e sem ele não é possível a existência do mesmo. Sua retirada ou remoção pode ser feita com a construção de um aceiro em um ponto distante da cabeça do fogo. Provocando a descontinuidade do material combustível pode se extinguir um incêndio.

Para construção do aceiro, deve-se primeiro, por meio da estimativa da velocidade de propagação e comportamento do fogo, calcular a distância que deve haver entre a frente do incêndio e o aceiro e computar o tempo que levará para construí-lo. Para isso, observa-se o quanto o fogo avança em um minuto e multiplica-se pelo tempo necessário para a construção e terá o local exato onde dever ficar o aceiro. Por exemplo, se um incêndio avança é de 2,5 metros por minuto em meia hora o avanço será quase 75 metros. Se com os recursos disponíveis for possível construir um aceiro em 30 minutos então ele deveria ser feito com margem de segurança para a guarnição a 90 metros a frente do fogo e sempre que for possível aproveitar as áreas de fácil construção do aceiro. Após definido estes parâmetros o comandante da operação determinará a construção do aceiro. Caso estes aspectos não sejam definidos ou mal definidos, será o primeiro passo para fracassar o ataque inicial.

17.8.2.2 Através da utilização do fogo contra fogo.

Técnica conhecida também com fogo de encontro ou fogo contra fogo. Após a conclusão do aceiro, ateia-se fogo nos combustíveis situado na parte de onde as chamas se aproximam, consumindo todo o material combustível na direção de propagação do incêndio ele se extinguirá. Porém é um método ariscado quando não e feito tomando todas as medidas de segurança necessárias poderá dar origem a um novo foco de incêndio. Para se executar esse tipo de operação teve-se ter uma equipe pronta e capaz de manter o fogo controlado, bem como avaliar previamente as condições do tempo como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento. Também ao utilizar deste recurso como método indireto é necessário fazer o rescaldo, ou seja, apagar através do ataque direto todos os vestígios de fogo dentro do *Black*. (SOUZA, 2001).

Para Germano (1998) a utilização desse recurso, somente deve ser autorizada pelo comandante da operação, depois de ter assegurado que os aceiros ou linhas de defesa estejam limpos e que a quantidade de combatentes no local é suficiente para garantir a segurança da ação, de tal forma que o risco de propagação para fora do campo seja nulo. Assim como ter assegurado que a tocha ou pinga-fogo esteja em condições seguras de utilização.

A equipe deve ficar atenta as mudanças de direção dos ventos, pois o incêndio pode mudar de direção o método de aproximação e de combate ao incêndio devera ser alterado.

17.9 Rescaldo

Mesmo após dominado, o incêndio florestal de superfície só pode ser considerado extinto se o rescaldo for devidamente realizado. Isto significa eliminar incêndios "pontuais" causados por fagulhas, ampliar e melhorar os aceiros, derrubar árvores ou troncos incandescentes, eliminar resíduos de fogo, patrulhar a área e voltar no dia seguinte para nova verificação. (STRUMINSKI, 2005).

Castro (2007a) define rescaldo como ação de aspergir água sobre as cinzas, com a finalidade de evitar que um incêndio se reinicie. Sendo que esta é a última fase de uma operação de controle de incêndio florestal de superfície, quando se aniquilam todos os focos residuais e coloca-se o cenário do sinistro nas melhores condições possíveis de segurança.

17.10 Pessoal Para O Combate Aos Incêndios Florestais de Superfície

O processo de formação dos combatentes deve ser estabelecido primordialmente em 3 níveis: gerencial, intermediário (para comandar equipes de terra, com no máximo 15 homens) e de execução. Para o nível gerencial, os conhecimentos fundamentais exigidos devem englobar noções sobre o comportamento do fogo, organização do combate, estratégias, técnicas e táticas de prevenção e combate. Já no nível de execução, as exigências são mais simples, no entanto algumas técnicas são fundamentais, como construção de linhas de defesa, comportamento do fogo, teoria do fogo e forma correta do emprego dos equipamentos de combate a incêndios florestais de superfície. (VÉLEZ 2000, *apud* PARIZOTTO 2006).

17.11 Pontos Importantes para O Combate Eficiente de Um Incêndio Florestal de Superfície

Parizotto (2006) faz considerações importantes sobre o combate a incêndio florestal que ajustam perfeitamente no tipo de incêndio em estudo neste trabalho:

- ✓ Quando o combate for se efetivar também durante á noite, a guarnição deve chegar ao local do incêndio antes que escureça para o reconhecimento do terreno.
- ✓ O período em serviço não deve exceder 12 horas seguidas e o descanso não deve ser menor que 8 horas, por se tratar de uma atividade extremamente desgastante.
- ✓ Os serviços de extinção só devem ser abandonados após rescaldo criterioso, ficando a área queimada sob vigilância.
- ✓ O comandante da operação deve ter controle do pessoal e equipamento para fazer as provisões necessárias para mantê-los em combate.
- ✓ Cada guarnição deve ter no mínimo 3 e no máximo 12 bombeiros, cabendo ao mais graduado o controle de seu grupo.
- ✓ Deve se fazer verificações constantes de efetivo e de equipamento utilizados no combate.
- ✓ Para grandes operações deve ser escalado um bombeiro para assumir a função de vigia, que possa ficar longe do local do foco, com rádio, apito e binóculos, observando o progresso do incêndio e repassando as informações para a equipe que combate para evitar que os combatentes sejam envoltos pelo fogo.

Outras observações importantes envolvendo o combate a incêndio florestal e que também podemos trazer para o incêndio em estudo - o florestal de superfície - foram encontradas nos trabalhos de Parola *et al.* (2003), que diz:

- ✓ A atuação deve ser em função do comportamento do incêndio (observação e previsão). Quando se entende o comportamento do incêndio é possível prever como evoluirá possibilitando medidas de segurança adequadas.
- ✓ Quando se combate a cabeça do incêndio com veículos em locais acidentados, deve-se ficar atento para o surgimento de secundários que saltam e apagá-los;
- ✓ Para economia dos recursos o fogo deve ser eliminado enquanto pequeno, para isso deve ser escalado um número suficiente de combatentes para assegurar a extinção no menor tempo possível.
- ✓ O melhor período para se combater um incêndio vai do entardecer até a manhã do dia seguinte, porque o ar contém mais umidade, a temperatura é menor e a atmosfera se encontra calma sem vento forte.

Segundo Parola *et al.* (2003) os erros comuns associados ao combate a incêndio florestal são:

- ✓ Demora em iniciar o primeiro combate.
- ✓ Erro durante a avaliação da situação.
- ✓ Parar o combate durante a noite.
- ✓ Ferramentas em más condições de uso ou em numero insuficiente.
- ✓ Equipes destreinadas.
- ✓ Não revezar as turmas antes que se cansem em demasia.
- ✓ Não fazer rescaldo ou fazê-lo de forma ineficiente.
- ✓ Erro a construção de aceiro.

18 CONCLUSÃO

Dentre os objetivos preliminares deste trabalho esta identificar o comportamento do fogo nos vegetais, chegando a um processo que engloba três fases:

- Pré-aquecimento onde o material combustível é secado e destilado parcialmente sem a existência de chamas.
- Destilação ou combustão dos gases onde os gases dos combustíveis se acendem e queimam, produzindo chamas e altas temperaturas que podem atingir 1250° C.
- E incandescência ou consumo do carvão em que o combustível final em um incêndio florestal de superfície, vai gradativamente sendo consumido restando apenas cinzas.

Sobre as formas de propagação do calor no incêndio florestal de superfície na pesquisa chegou-se a:

- Convecção onde a energia calorífica se desloca pelo movimento das massas de ar aquecidas.
- Radiação onde o calor se propaga no espaço através de ondas caloríficas, portanto não necessitando de um meio material pra se propagar.
- Condução onde o calor passa através das moléculas de um corpo sólido, ou ainda de corpo a corpo. Podendo ser percebidas isoladamente mais que na combustão dos vegetais ocorrem simultaneamente.

Para definir incêndio florestal de superfície foi necessário classificar os incêndios florestais quanto ao modo de propagação da chamas nos vegetais. Então, categorizados em incêndio florestal de copa, incêndio florestal subterrâneo, incêndio florestal de superfície e incêndio florestal total. Assim chegou-se a definição de incêndio florestal de superfície, como sendo os que se desenvolvem na superfície do piso da floresta, queimando os restos vegetais não decompostos tais como folhas, galhos, gramíneas, tronco, enfim todo o material combustível até cerca de 1,80 metros de altura.

Outro objetivo deste trabalho era estudar a configuração do incêndio florestal de superfície através da nomeação de suas partes, sendo identificando as seguintes:

- Frente ou cabeça, a parte ou zona do incêndio com maior intensidade de energia calorífica;

- Flancos, o nome que se dá às duas laterais do fogo, separam a cabeça da retaguarda;
- Dedo, saliência alongada e estreita, que se propaga rapidamente a partir de um dos flancos, geralmente ao correspondente em que o incêndio se propaga com maior velocidade;
- Bolsa, zona compreendida entre o flanco e o dedo;
- Cauda ou base, é a zona que se propaga em direção oposta à cabeça, sempre contra o vento e por vezes em declives, assumindo menor intensidade, queima lenta, com pouca liberação de energia calorífica e que por vezes pode levá-lo a extinguir por si só. É o melhor ponto para o combate devido a quantidade reduzida de chamas, calor e material combustível propício a combustão, quando comparado como as demais partes;
- Ilha, pequena área situada no interior do perímetro do incêndio que não foi afetada pelo mesmo, isto é, não foi queimada;
- Focos secundários, pontos exteriores, separados do perímetro do incêndio principal, onde se verifica a início de um novo foco de incêndio;
- Perímetro é toda borda que circunda o do fogo, ou seja, o comprimento total das margens da área que esta em processo de queima ou já queimada; e
- *Black* nome que se dá a parte ou zona por onde o fogo passou, ou seja, é a área queimada dentro do perímetro, local que pode ser utilizado como refugio por ser mais seguro que as demais partes do incêndio.

O trabalho tinha como objetivo identificar fatores que interferem no processo propagação das chamas em um incêndio florestal de superfície, abrangendo as condições meteorológicas (temperatura umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento e precipitação), a topografia (elevação exposição, inclinação) e ao material combustível. Assim chega-se a conclusão que o conhecimento destes fatores ajudara o comandante da operação determinar o melhor momento e o melhor local para se efetuar o combate. No período do dia em que a temperatura for mais amena, nos locais onde a vegetação for menos densa, por exemplo, será um momento e local adequando para o combate, pois minimizara a possibilidade riscos térmicos e o desgaste pelo trabalho.

Foram relacionadas as principais ferramentas e equipamentos que podem ser empregadas no combate ao incêndio florestal de superfície, desde equipamentos de proteção

individual e primeiros socorros a materiais operacionais que podem ser úteis no combate. Esses materiais foram distribuídos em grupos, sendo os básicos, matérias auxiliares, material para emergência, material de orientação, material de comunicação material, moto mecanizado e aéreo. A eficiência no combate esta associada a disponibilidade e utilização de equipamentos corretos. Também a disponibilidade e utilização de equipamento de proteção individual e primeiros socorros por parte dos combatentes dever ser providenciado e cobrado pelo comandante da operação.

Outro fator importante identificado no trabalho foram os principais riscos envolvidos no processo de combate e extinção a um incêndio florestal de superfície. Foi possível perceber que a atividade esta permeada por riscos a integridade física e a vida dos bombeiros combatentes. Riscos relacionados às temperaturas extremas. Risco de ser impactados por materiais (pedras ou vegetais incandescentes) que rolam de locais íngremes. Risco de choque elétrico pelo contato direto ou indireto com fios de alta tensão caídos ou não. Risco de acidentes envolvendo o manuseio dos próprios equipamentos. Risco de quedas, entorses, luxações, escoriações. Riscos respiratórios por inalação de vapores super aquecidos ou fumaça. Risco de ser cercado pelas chamas. Riscos de ataques de animais (peçonhentos ou não) que estão fugindo das chamas.

Antes de citar as principais técnicas de combate e extinção a incêndios de superfície, foram trazidos vários fatores de conhecimento preliminar que são indispensáveis não só para a escolha correta da técnica de combate mais também para a eficiência e eficácia da mesma. Foram mencionados conhecimentos prévios relativos à área e peculiaridades, ao clima no local do foco, o comportamento do fogo, o conhecimento das forças de extinção disponíveis e localização exata. Então foram analisadas as formas de ataque no combate e extinção a um incêndio florestal de superfície, que são:

- O ataque direto (o método de combate a incêndio florestal de superfície quando o fogo é atacado diretamente, quando sua velocidade de propagação ainda for lenta e possibilite a aproximação da guarnição de combate).
- O ataque indireto por meio da remoção do material combustível e da utilização do fogo contra fogo, que consiste em atear fogo em um ponto a frente do mesmo eliminando todo material combustível extinguindo o incêndio por ausência de material combustível. Ou pela utilização de aceiro que consiste em na remoção do material combustível, provocando a sua descontinuidade, a frente do incêndio impedindo que o mesmo avance.

Por fim foi abordado sobre a atividade de rescaldo no incêndio florestal de superfície. Após a utilização de qualquer uma das técnicas anteriores deverem ser eliminados incêndios "pontuais" causados por fagulhas, ampliar e melhorar os aceiros, derrubar árvores ou troncos incandescentes, eliminar resíduos de fogo, patrulhar a área e voltar no dia seguinte para nova verificação. Esta ação evitaria a reinição do incêndio.

Chegando por fim a reunião de todos estes conhecimentos formando um documento contendo noções de combate a incêndio florestal de superfície.

Ao concluir este processo de pesquisa bibliográfica, percebemos que o combate a incêndio florestal de superfície eficiente envolve uma gama de fatores dentre estes naturais, materiais e humanos, e que sem o conhecimento prévio dos mesmos, a atividade além de se tornar mais desgastante do que normalmente é, e ampliar os riscos existentes, existe a possibilidade de não atingir o objetivo que se deseja, o de extinguir as chamas no menor tempo possível para minimizar seus danos.

Frente aos inúmeros prejuízos ambientais (à flora e à fauna), materiais (destruição de benfeitorias) e humanos (desde uma pequena queimadura à morte de indivíduos) provocados pelos incêndios florestais de superfície, ficam mais proeminentes as necessidades de que todos os órgãos e instituições voltados à proteção da vida e do meio ambiente, dentre estes os corpos de bombeiros militares, tenham de preparar seus integrantes para o combate a este tipo de incêndio. Uma vez que, quando as técnicas e táticas de prevenções falharem, não resta alternativa ao não ser combatê-lo. Posto isso, nota-se que o domínio de técnicas que tenda a facilitar o processo de combate é essencial.

A pesquisa identificou que a atividade de combate a incêndio florestal de superfície esta permeada por inúmeros riscos à integridade física e às vidas dos combatentes do fogo, surgindo então a necessidade de ser ter um estudo aprofundado dos mesmos por parte de todos os componentes das guarnições de bombeiros militares. Só assim os riscos serão melhores gerenciados e as operações de combate se tornarão mais seguras. Uma vez que a segurança é o objetivo que norteia todas as ações desenvolvidas pelos bombeiros militares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLBUNS da web do picasa Disponível em: <<http://picasaweb.google.com/lh/photo/4MSIO3YXzxX7FUjVX7h7bg>>. Acesso em: 04 maio 2005.

BOMBEIROS EMÉRGENCIA (São Paulo). **Incêndio:** fogo ou incêndio. Disponível em: <<http://www.bombeirosemergencia.com.br/incendio.htm>>. Acesso em: 12 nov. 08.

BOMBEIROS vão conter avanço de incêndio no Pantanal. Disponível em: <<http://rmtonline.globo.com/noticias.asp?em=2&p=2&n=426289>>. Acesso em: 04 maio 2005.

BRASIL. Corpo de Bombeiros da Policia Militar do Estado do Paraná. **APOSTILA DE COMBATE A INCÊNDIOS: APOSTILA DE COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS.** Curitiba: Corpo de Bombeiros Militar, 1999. 44 p.

CASTRO, Antonio Luiz Coimbra de. **Manual de planejamento em defesa civil.** Brasília: Ministério da Interação Nacional - Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2007a. 146 p. 2 v.

_____. **Manual de planejamento em defesa civil.** Brasília: Ministério da Interação Nacional - Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2007b. 124 p. 4 v.

CASTRO, Carlos Ferreira de *et al.* **Combate a incêndios florestais.** 2ª Sintra: Escola Nacional de Bombeiros, 2003. V

COUTO, Elmar Alfenas; CANDIDO, José Flavio. **Incêndios florestais.** Viçosa: Universidade Federal do Viçosa, 1995. 101 p.

FERNANDES, Paulo Alexandre Martins. **Desenvolvimento de relações preditivas para uso no planejamento de fogo controlado em povoamentos de Pinus pinaster Ait.** 2002. 285 f. Dissertação (Doutor) - Curso de Ciências Agrárias - Ciências Florestais, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2002. Disponível em: <<http://dited.bn.pt/30876/1864/2321.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

UFRRJ. **Formas de propagação:** incêndio aéreo (ou de copa). Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/propag.htm>>. Acesso em: 04 maio 2005.

GERMANO, João Osório Gimenez. **Combate a incêndios florestais: Combate a incêndios florestais - Criação de um manual e fonte de consulta para combatentes de incêndios florestais que não são profissionais.** 1998. 276 f. Tese (Mestrado) - Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais, Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores - Pmsp, São Paulo, 1998.

GUTIERREZ, Adilson José *et al.* **Coletania de manuais técnico de bombeiro 4: combate a incêndio florestais.** São Paulo: Cbmsp, 2006. 42 p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica.** Porto Alegre: Atlas, 2005.

MANUAL DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO introdução. Disponível em: <<http://www.egefaz.to.gov.br/imagens/downloads/bombeiros02.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2008.

OLIVEIRA, Marcos De. **Estudo sobre incêndios de progresso rápido.** 2005. 88 f. Especialização (Especialista) - Curso de Especialista em Planejamento e Gestão em Defesa Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PARIZOTTO, Walter. **O CONTROLE DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS PELO CORPO DE BOMBEIROS DE SANTA CATARINA: DIAGNÓSTICO E SUGESTÕES PARA O SEU APRIMORAMENTO.** 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006a.

_____. **A padronização de procedimentos em operações de controle de incêndios florestais no Estado de Santa Catarina.** 2006b.

PAROLA, José *et al.* **Combate a incêndios florestais.** 2. ed. Sintra - Portugal: Escola Nacional de Bombeiros, 2003. 94 p.

RODRIGUES, Aline Nahanna Carneiro. **Considerações sobre prevenção e combate aos incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro.** 2008. 32 f. Superior (Engenheiro Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2007II/Aline%20Nahanna%20Carneiro%20Rodrigues.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2008.

SAVIOLI, Luiz Humberto. **Combate a incêndio florestal com aeronaves.** 1998. 162 f. Tese (Mestrado) - Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais, Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores - Pmsp, São Paulo, 1998.

SCHUMACHER, Mauro Valdir; BRUN, Eleandro José; CALIL, Francine Neves. **CADERNO DIDÁTICO: CFL 506 - PROTEÇÃO FLORESTAL**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 98 p. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/labeflo/ensino/graduacao/protecao/caderno_2005.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2008.

SILVA, Romildo Gonçalves da. **Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Dos Recursos Naturais Renováveis, 1998. 79 p.

SOARES, Ronaldo Viana; BATISTA, Antonio Carlos. **Curso de especialização por tutoria à distância: combustão da biomassa e propagação dos incêndios**. Brasília: Ufpr - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 2006a. 35 p. 2 v.

_____. **Curso de especialização por tutoria à distância: o problema do fogo na floresta e meteorologia aplicada aos incêndios florestais**. ...Brasília: Ufpr - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 2006b. 32 p. 1 v.

SOARES, Ronaldo Viana; BATISTA, Antonio Carlos; SANTOS, Juliana Ferreira. **Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002**. Curitiba - pr: Ufpr, 2006. 100 p. Disponível em: <<http://www.floresta.ufpr.br/firelab/artigos/artigo23.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2008.

SOUZA, Edson Tadeu Steinck de. **Padronização da atividade de combate aos incêndios florestais no corpo de bombeiros da polícia militar do estado de santa catarina**. 2001. 79 f. Monografia (Superior) - Curso de Especialização de Bombeiros Para Oficiais, Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina, Florianópolis-sc, 2001.

STRUMINSKI, Edson. **Manual para curso de combate a incêndios florestais em montanha**. Federação Paranaense de Montanhismo - Quatro Barras - Pr. Disponível em: <http://www.fepam.org/arquivos/curso_combate_incendios2.doc>. Acesso em: 22 maio 2008.

VENTURI, Nilton Luís. **Determinação de locais ótimos para implantação de torres de vigilância a incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas**. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. <<http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2007II/Aline%20Nahanna%20Carneiro%20Rodrigues.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2008.