



Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais





Ministério do
Meio Ambiente



**Apostila para
Formação de
Brigadista de Prevenção
e Combate aos
Incêndios Florestais**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Presidente

RÔMULO JOSÉ FERNANDES BARRETO MELLO

Diretoria de Unidades de Conservação de Proteção Integral

RICARDO JOSÉ SOAVINSKI

Coordenação-geral de Proteção Ambiental

PAULO HENRIQUE MAROSTEGAN E CARNEIRO

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Diretoria de Unidades de Conservação de Proteção Integral
Coordenação-Geral de Proteção Ambiental
EQSW 103/104 – Complexo Administrativo – Bloco B – 2º andar
70670-350 – Brasília – DF – Brasil
Tel./fax: + 55 61 3341-9426
<http://www.icmbio.gov.br>

Apostila para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais



Equipe técnica

Alexandre Figueiredo de Lemos
Edward Elias Junior
Francisco Willian Brito Bezerra
Henrique Leão Teixeira Zaluar
Julia Zapata Rachid Dau
Luciano de Petribu Faria
Marcelo Souza Motta
Oscar Rensburg Willmersdorf

Agradecimentos

PREVFOGO/IBAMA
Instituto Estadual de Florestas – IEF/MG
Adão Luiz da Costa Gullich
Albino Batista Gomes
Anivaldo Libério Chaves
Bruno Soares Lintomen
Cezar Augusto Chiroso
Ewerton Aires Ricardo Ferraz
Fábio Quick Lourenço de Lima
Geraldo Machado Pereira
Inácio Soares de Oliveira Neto
Iranildo da Silva Coutinho
José Fernando dos Santos Rebello
Kleber Vieira Maia
Luiz Antônio Coslope
Manoel Henrique Pires
Marcus Cantuário Salim
Mário Luiz Kozloswsky Pitombeira
Miguel Braga Bonilha
Nuno Rodrigues da Silva
Paulo Amozir de Souza
Paulo Cesar Mendes Ramos
Paulo Sérgio Campos Avelar
Vanilo Marques
Vicente Alves Moreira
Winícius Siqueira Pinto

Projeto Gráfico e Capa

Denys Márcio de Sousa

Sumário

1	Apresentação	9
2	Introdução.....	11
2.1	Caracterização ambiental.....	11
2.2	Importância da brigada de incêndio florestal	15
2.3	Qual a vinculação do brigadista contratado com o ICMBio.....	16
2.4	Conduta do brigadista representante do ICMBio	16
3	Noções de ecologia.....	19
3.1	Conceito de meio ambiente	19
3.2	Conceito de cadeia alimentar	19
3.3	Ciclo da água.....	20
3.4	Principais causas e consequências das queimadas e dos incêndios florestais.....	21
4	Introdução ao manejo do fogo	23
4.1	Conceitos preliminares	23
4.2	Componentes do manejo do fogo	23
5	Sistemas de vigilância e detecção.....	25
5.1	Terrestre fixo	25
5.2	Terrestre móvel.....	27
5.3	Aéreo.....	28
5.4	Satélite.....	29

6	Comportamento do fogo em incêndios florestais	31
6.1	Conceito de fogo	31
6.2	Comportamento do fogo.....	31
6.3	Como se forma	31
6.4	Fases da combustão.....	32
6.5	Mecanismos de transferência de calor	34
6.6	Características da coluna da fumaça.....	36
7	Fatores que influenciam a propagação dos incêndios florestais	37
7.1	Combustível	37
7.2	Topografia.....	40
7.3	Meteorologia.....	41
8	Partes do incêndio	45
9	Tipos de incêndios florestais	47
10	Equipamentos, ferramentas e EPI de combate a incêndios florestais.....	49
11	Estratégia de combate a incêndios florestais	51
11.1	Princípios de extinção do fogo.....	51
11.2	Fases do combate.....	52
12	Sistema de combate	55
12.1	Sistema de área.....	55
12.2	Sistema baseado na linha de controle	55
12.3	Métodos de construção de linhas de defesa	59
12.4	Aceiros ou linhas de defesa.....	62
12.5	Como incêndios florestais podem ultrapassar a linha de fogo.....	63
13	Atribuições dos componentes da brigada	65
13.1	Responsabilidades do gerente do fogo	65
13.2	Responsabilidades dos chefes de esquadrão	65
13.3	Responsabilidades dos brigadistas.....	66

14	Montagem de acampamento	67
15	Normas de segurança	68
15.1	Operação com o emprego do helicóptero	70
16	Gestão da informação.....	75
17	Recuperação de área degradada pelo fogo.....	77
18	Legislação aplicada ao tema fogo	79
18.1	Constituição Federal de 1988 – (Art. 225)	79
18.2	Código Florestal – Lei 4.771/65.....	79
18.3	Código Penal Brasileiro: dos Crimes de Perigo Comum	79
18.4	Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6.938/81.....	80
18.5	Lei 9.605/98: Lei dos Crimes Ambientais.....	80
18.6	Decreto 6.514/08 (Decreto 6.686/08): regulamenta as infrações e sanções ambientais administrativas ao meio ambiente.....	81
18.7	Decreto 2.661/98 (Decreto 3.010/99): disciplina o uso do fogo.....	82
18.8	Portaria Ibama 94/98: Regulamenta a queima controlada.....	83
18.9	Portaria MMA 345/99: estabelece os procedimentos para autorização de queima controlada durante a colheita da cana de açúcar	83
18.10	Legislações estaduais aplicada ao fogo	84
19	Glossário	85
20	Bibliografia	87

1 Apresentação

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade tem, entre suas atribuições, a proteção das Unidades de Conservação Federais. Dentre as atividades de proteção, a Prevenção e o Combate aos incêndios é um dos grandes desafios a ser trabalhado.

Com a finalidade de promover a uniformidade de linguagem e de procedimentos operacionais, o ICMBIo por meio da Coordenação-Geral de Proteção Ambiental – CGPRO apresenta esta Apostila para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, cujo conteúdo é uma coletânea de bibliografias de diferentes instituições com competência no tema, tais como Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – PREVFOGO/IBAMA, Instituto Estadual de Florestas do Estado de Minas Gerais – IEF/MG, Corpos de Bombeiros Militares Brasileiros, dentre outras, devendo ser utilizado para a fixação de conceitos e para a disseminação de técnicas e de procedimentos a serem realizados.

Nesse contexto, há a necessidade de se ter um contingente treinado e capaz de combater os incêndios de forma ágil e correta, minimizando seus impactos negativos no meio ambiente, com a utilização de métodos e técnicas de combate de modo uniforme e padronizado. Entretanto, estamos cientes de que do combate aos incêndios nas Unidades de Conservação Federais é o último recurso da unidade, após a realização de todos os esforços nas ações de prevenção e de conscientização da população.

Esta apostila deverá permanecer na Unidade para que seja reutilizada nos cursos seguintes, colaborando, dessa forma, com a otimização de recursos e com a maior sensibilização da sociedade em relação ao assunto.

2 Introdução

Seja bem-vindo ao Curso de Formação de Brigadistas de Prevenção e Combate a Incêndios do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Você deve estar se perguntando: O que eu estou fazendo aqui? O que é ICMBio? Por que ele forma e contrata brigadistas? Para que servem as Unidades de Conservação (UC)? Qual a importância real do meio ambiente? O que vão me ensinar neste curso? Como devo me comportar? Fique tranquilo/a que essas e muitas outras perguntas que você fizer não ficarão sem respostas.

Nosso curso é teórico e prático e vai exigir muito de você, dos instrutores e da Unidade de Conservação. Faça sua parte e vai dar tudo certo. Sua parte é:

- Trate com respeito as pessoas e a UC.
- Participe ativamente do curso.
- Tire todas as dúvidas com os instrutores.
- Evite acidentes.
- Respeite as normas da UC.
- Dê o melhor de si já que você será avaliado/a de forma contínua.

O que você vai aprender neste curso poderá salvar sua vida e a de seus colegas. Portanto, muita atenção. Todo conteúdo é importante e não pode ficar apenas no nível cognitivo. Simplificando, o conhecimento não pode ser apenas “decorado”. Precisa ser praticado para tornar-se habilidade, evoluir e tornar-se atitude, competência e um valor social a ser mantido ao longo da vida.

Esperamos que você, os colegas, os instrutores e o pessoal da UC, ao final do curso, tenham melhorado como seres humanos e contribuído para que a vida no planeta Terra prossiga e evolua.

2.1 Caracterização ambiental

Você está vivo e certamente deseja continuar vivendo. Para isso você depende de produtos e de serviços ambientais. Você precisa de oxigênio para respirar; de água para beber, cozinhar seus alimentos, tomar banho, lavar suas roupas...; você precisa de comer; de vestir-se; de remédios quando está doente; de lazer...

Já parou para pensar quem produz o oxigênio que você usa sem pagar nada? De onde vem a água que você consome? Alguma vez na vida você agradeceu a grande mãe Terra por tudo que recebe dela? E o que você dá em troca? Sinta que nossa relação com a Terra é semelhante à do bebê que se desenvolve no ventre da mãe. Se a mãe morrer, o bebê morre. Essa relação é vital.

Se todos os seres humanos e, principalmente, aqueles envolvidos com atividades econômicas respeitassem a mãe Terra e seus processos ecológicos, não haveria necessidade de o Estado se envolver nas questões ambientais. Mas, a realidade é bem diferente, como a imprensa mostra diariamente:

- O aquecimento global altera o clima da Terra, provoca enchentes aterradoras em algumas regiões e secas alarmantes em outras.
- Incêndios florestais devastam países ricos e pobres.
- O buraco na camada de ozônio aumenta assustadoramente os casos de câncer de pele.
- A poluição de rios e mares ameaça milhares de formas de vida.
- Os desmatamentos, as queimadas, o uso indiscriminado de agrotóxicos e outras práticas equivocadas ameaçam de extinção espécies e ecossistemas.
- Atividades minerais, complexos hidroelétricos, pólos petroquímicos, distritos industriais, etc., causam terríveis impactos negativos sobre a mãe Terra, ameaçando todos os seus filhos.

Por tudo isso é que o Estado não pode se omitir. A coisa é tão séria que a Constituição Brasileira de 1988 dedicou um capítulo especial ao “meio ambiente”. Está claro no Artigo 225 que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida de todos e que a responsabilidade pela defesa e pela preservação do meio ambiente é tanto do Poder Público quanto da coletividade.

Quando se fala em Poder Público se deve pensar tanto no Legislativo (que faz as leis) quanto no Executivo (que deve cumprir e fazer cumprir as leis) e no Judiciário (que deve julgar os conflitos decorrentes da desobediência às leis). No Brasil o Poder Público está estruturado em três níveis: municipal, estadual e federal.

Para enfrentar as questões ambientais no Brasil existe o SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente. O SISNAMA funda-se em conselhos consultivos/deliberativos (CONAMA,¹ COEMAs² e COMDEMAS³) e em órgãos executivos. No âmbito do Ministério do Meio Ambiente existem três órgãos executivos: IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) e SFB (Serviço Florestal Brasileiro). Cada um dos três tem funções específicas, complementares e igualmente importantes.

¹ CONAMA = Conselho Nacional do Meio Ambiente

² COEMA = Conselho Estadual do Meio Ambiente

³ COMDEMA = Conselho Municipal do Meio Ambiente

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade foi criado pela Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, com os seguintes objetivos:

- I Executar ações da política nacional de unidades de conservação da natureza referentes às atribuições federais relativas à proposição, implantação, gestão, proteção, fiscalização e monitoramento das unidades de conservação instituídas pela União.
- II Executar as políticas relativas ao uso sustentável dos recursos naturais renováveis e ao apoio ao extrativismo e às populações tradicionais nas unidades de conservação de uso sustentável instituídas pela União.
- III Fomentar e executar programas de pesquisa, proteção, preservação e conservação da biodiversidade e de educação ambiental.
- IV Exercer o poder de polícia ambiental para a proteção das unidades de conservação instituídas pela União.
- V Promover e executar, em articulação com os demais órgãos e entidades envolvidos, programas recreacionais, de uso público e de ecoturismo nas unidades de conservação, onde essas atividades sejam permitidas.

Você percebe agora a importância do trabalho do ICMBio? Quer fazer parte deste time? Nossa missão é conservar todas as formas de vida que estão nas UCs e no seu entorno. Portanto, disputamos o campeonato da qualidade de vida e precisamos muito de reforço.

Mais do que fazer, precisamos conseguir que as pessoas que vivem e trabalham dentro ou no entorno das UCs colaborem conosco. Você deve saber que a quase totalidade dos incêndios que atingem as UCs são provocados por imperícia, imprudência, negligência ou dolo de seres humanos. É papel do brigadista evitar situações de risco para a UC e isso pode ser feito com a ajuda da comunidade em que o brigadista reside. Como fazer? Eis algumas sugestões:

- Procure a escola local. Se tiver mais de uma, ótimo. Se for pública ou particular, não importa. Tente saber se existe uma Com-Vida (Comissão de Meio Ambiente e Qualidade de Vida) formada por estudantes, professores, pais e mães e pela direção. Dê um jeito de explicar para o pessoal qual a importância das unidades de conservação; quais os papéis do ICMBio e dos brigadistas; como reduzir as situações de risco no entorno da UC; etc. Se precisar de ajuda, recorra a chefia da UC.
- Visite as igrejas locais e, com respeito, exponha às lideranças religiosas o mesmo que fez na escola.
- Recorra à associação de moradores, ao sindicato, a qualquer organização não governamental que exista na comunidade, explique a missão da brigada do ICMBio e peça ajuda.
- Apresente-se aos órgãos públicos que atuam na comunidade (Posto de Saúde, Centro Social, EMATER, etc.) mostre a ameaça dos incêndios e peça ajuda para as atividades de prevenção.

Não exclua ninguém. Todos podem ajudar e muitos colaborarão com você e com a UC se você pedir.

Adiante. O ambiente natural é o espaço caracterizado por determinados conjuntos de componentes climáticos, edáficos, topográficos e biológicos, onde ocorrem trocas entre os organismos e os recursos que esses organismos utilizam com características. Cada ambiente natural é único e precisa ser conservado para que o equilíbrio ecológico seja mantido.

Os organismos vivos e o seu ambiente estão interrelacionados e interagem entre si. O conjunto dos organismos vivos, numa dada área, interagindo com o ambiente físico, chama-se ecossistema. Assim, o ecossistema é formado por componentes bióticos (organismos vivos) e componentes abióticos (o sol, o solo, o ar, a água). Dessa forma, o funcionamento adequado dos ecossistemas garante a produção de seus diversos produtos e serviços para a sociedade humana, por exemplo, a quantidade e qualidade da água, dependem da manutenção dessa intrincada rede de interações.

O conceito “ecossistema” é muito elástico e tanto pode se aplicar a um vaso de flor como a uma floresta de milhares de quilômetros quadrados. O Brasil, além de ser gigante no tamanho, também é gigante na biodiversidade, tanto de genes⁴ quanto de espécies⁵ e de ecossistemas. Um conjunto de ecossistemas constitui um bioma. Os principais biomas estão destacados no mapa abaixo.



Figura 1 – Biomas brasileiros (Fonte: <http://www.ibama.gov.br>)

⁴ Genes são as unidades fundamentais da hereditariedade. São eles que condicionam cada caráter de um ser vivo, como tipo de tronco, cor da flores, sabor dos frutos, etc. nas plantas ou sexo, cor, tipo de cabelo dos seres humanos. Cada gene é formado por uma sequência específica de ácidos nucleicos (DNA ou RNA). Na reprodução sexuada metade dos genes vem da mãe e metade vem do pai. Por isso é que o exame de DNA resolve questões de paternidade.

⁵ Espécie é o conjunto de indivíduos tão semelhantes geneticamente que podem cruzar naturalmente produzindo descendentes férteis. Ex.: o lobo guará, o tamanduá bandeira, o ipê amarelo, a castanheira, etc.

A quebra da relação de interdependência motivada pela interferência do homem na natureza, como a utilização do fogo, ocasionando algumas vezes os incêndios florestais, provoca o desequilíbrio ecológico, comprometendo a sobrevivência das espécies e o funcionamento dos ecossistemas de uma região. Por exemplo, a perda de habitats naturais é a maior causa da extinção de animais e plantas e da inclusão de diversas espécies nas listas vermelhas de extinção. Cresce a cada dia e em todo o mundo o número de espécies ameaçadas de extinção. A extinção é para sempre e a cada espécie extinta diminuem as chances da vida no planeta. Como exercício de cidadania faça uma lista das espécies ameaçadas de extinção na sua região e procure viabilizar numa parceria do Poder Público com a coletividade um projeto de recuperação.

Atualmente, o grande desafio é a conservação, proteção e preservação dos ambientes naturais que garantam a continuidade das espécies. Uma das formas de garantia é a criação e a manutenção de unidades de conservação. A participação da sociedade é de extrema importância para a proteção da riqueza de espécies e suas múltiplas relações ecológicas nas unidades de conservação. Quando os membros de uma comunidade são organizados e mobilizados para compor uma brigada de prevenção e combate aos incêndios florestais se demonstra o interesse pela importância da conservação dos recursos naturais, e, ainda mais, coloca em prática uma nova ordem sócioambiental: a vivência de valores éticos e de atitudes de solidariedade com o meio ambiente e com as presentes e futuras gerações.

2.2 Importância da brigada de incêndio florestal

As brigadas de incêndios existentes nas unidades de conservação federais têm como principal objetivo atuar sob o comando do chefe da unidade e do gerente do fogo em todas as ações de prevenção e de combate aos incêndios florestais dentro das unidades de conservação e seu entorno previstos nos Planos Operativos.⁶

Entende-se como ações de prevenção, o conjunto de tarefas a serem executadas dentro das unidades de conservação que venham a minimizar os riscos de ocorrências de incêndios, por exemplo: a construção e manutenção de aceiros, operação de sistemas de vigilância e detecção, monitoramento terrestre, estabelecimento de calendários de queima com os produtores rurais, (sensibilização) e um trabalho permanente de educação ambiental da população do entorno da unidade, etc.

Educação ambiental é obrigação constitucional no Brasil e foi objeto de lei específica. Trata-se da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que diz em seu Artigo 1º:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

⁶ Se a UC onde você vai atuar não tem Plano Operativo, contate a chefia, a gerência de fogo e trabalhem juntos nele. Em caso de necessidade, demande a Coordenação-Geral de Proteção (CGPRO) do ICMBio.

As atividades de combate, por sua vez, são ações técnicas e táticas que resultam na extinção dos incêndios que, por ventura, ocorram na unidade, apesar de todas as ações de prevenção realizadas.

2.3 Qual a vinculação do brigadista contratado com o ICMBio?

A contratação do brigadista de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal pelo ICMBio está baseada no Artigo 12 da Lei nº 7.957, de 20 de dezembro de 1989, que diz:

*Art. 12. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e o **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – Instituto Chico Mendes** ficam autorizados a contratar pessoal por tempo determinado, não superior a 180 (cento e oitenta) dias, vedada a prorrogação ou recontração pelo período de 2 (dois) anos, para atender aos seguintes imprevistos: (Redação dada pela Lei nº 11.516, 2007)*

I – Prevenção, controle e combate a incêndios florestais nas unidades de conservação. (Redação dada pela Lei nº 11.516, 2007)

II – Preservação de áreas consideradas prioritárias para a conservação ambiental ameaçadas por fontes imprevistas. (Redação dada pela Lei nº 11.516, 2007)

III – Controle e combate de fontes poluidoras imprevistas e que possam afetar a vida humana e também a qualidade do ar, da água, a flora e a fauna. (Redação dada pela Lei nº 11.516, 2007)

2.4 Conduta do brigadista representante do ICMBio

Após os candidatos passarem pelas etapas de seleção, capacitação, aprovação e classificação do curso, o processo de contratação se dará por meio da assinatura do contrato de trabalho.

A partir desse momento você passará a integrar o quadro dos servidores do ICMBio e, como consequência, representá-lo junto à sociedade, sendo, assim, reconhecido, principalmente, por meio do uso adequado de seu uniforme.

Diante do exposto anteriormente, o brigadista, com relação a seu uniforme, deverá atentar para os seguintes aspectos:

- Utilizá-lo apenas em serviço.
- Estar sempre devidamente uniformizado, pois, além de identificá-lo, ele o protege, sendo seu uso obrigatório nas ações de combate.

- Comunicar imediatamente a seu superior imediato o extravio ou quaisquer danos que os tornem inadequados.
- Devolvê-lo após o término do contrato.

3 Noções de ecologia

3.1 Conceito de meio ambiente

Em Biologia, sobretudo na Ecologia, o meio ambiente inclui todos os fatores que afetam diretamente o metabolismo ou o comportamento de um ser vivo ou de uma espécie. Incluindo fatores abióticos (o sol, o solo, o ar, a água) e os seres vivos que coabitam o mesmo habitat. Logo, o meio ambiente é constituído pelos seres vivos e por tudo mais que interage com eles, inclusive **o ser humano**.

3.2 Conceito de cadeia alimentar

Cadeia alimentar é uma sequência de seres vivos **interligados**, uns servindo de alimento a outros, sucessivamente, constituindo-se em uma sequência de transferências de matéria e de energia. Na base da cadeia estão os **produtores (seres clorofilados, como algas e vegetais)** que, utilizando a energia solar no processo da fotossíntese, retiram gás carbônico da atmosfera e produzem o alimento para as espécies herbívoras (consumidores primários) e assim sucessivamente (consumidores secundários, terciários, etc.) até o topo da cadeia. Além disso, não se pode esquecer os decompositores, que são responsáveis pela reciclagem da matéria morta.

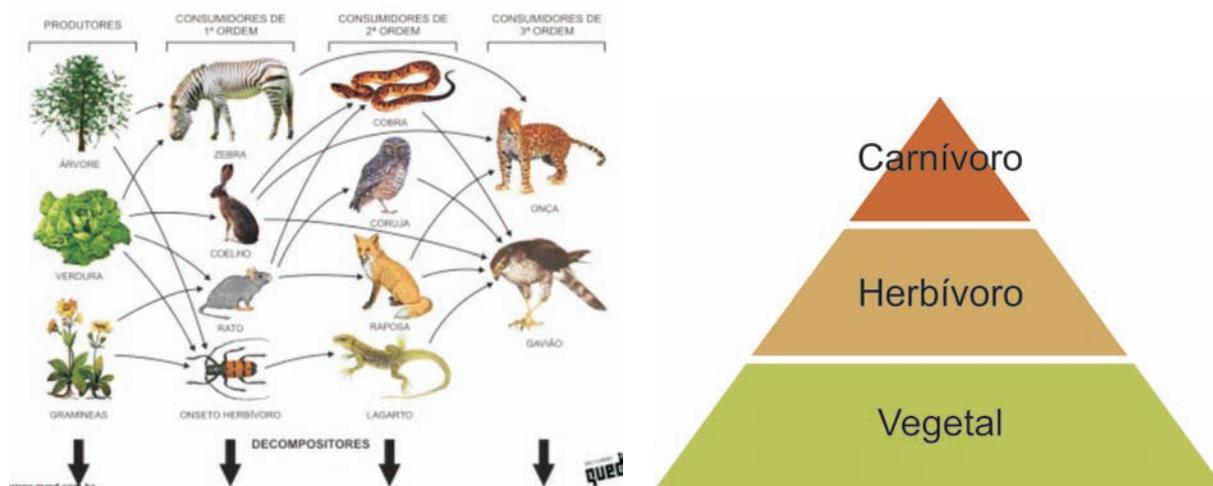


Figura 2 – Exemplo ilustrativo de cadeia alimentar existente em ambientes aquáticos e da pirâmide de fluxo de energia entre os diferentes níveis de organismos. (Adaptado de www.qued.com.br)

Portanto, os incêndios florestais são capazes de danificar as diversas cadeias alimentares existentes em um ecossistema (teia alimentar), seja por consumir a base da cadeia (vegetais), seja por matar diversos animais com sua passagem (insetos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos). **A capacidade de recuperação de cada ecossistema aos incêndios florestais varia, dependendo do ecossistema, da intensidade e da duração do fogo. Alguns jamais voltarão ao clímax anterior.**

3.3 Ciclo da água

O ciclo da água, também denominado ciclo hidrológico, é responsável pela renovação da água no planeta. O ciclo da água inicia-se com a energia solar, incidente no planeta Terra, que é responsável pela evapotranspiração das águas dos rios, dos reservatórios e dos mares, bem como pela transpiração das plantas.

As forças da natureza são responsáveis pelo ciclo da água. A água foi fator decisivo para que a vida surgisse e se desenvolvesse na Terra. A manutenção da integralidade de seu ciclo é fundamental para a vida em nosso planeta. A condensação do vapor d'água forma as chuvas. Quando a água das chuvas atinge a terra, ocorrem dois fenômenos: um deles consiste no seu escoamento superficial em direção aos canais de menor declividade, alimentando diretamente os rios e, o outro, a infiltração no solo, alimentando os lençóis subterrâneos. A água dos rios ou evaporam pela ação da temperatura e dos ventos ou tem como destino final os mares de onde também evaporam para formar as nuvens e, assim, fechar o ciclo das águas. A movimentação da água na natureza é mostrada na figura a seguir.



Figura 3 – Esquema ilustrativo do ciclo da água. (Adaptado de Fonte: <http://sistemaseriado.blogspot.com/2009/10/ciclo-da-agua-no-planeta-terra.html>)

Os incêndios florestais e as queimadas interferem no ciclo hidrológico, tanto por impedir a redução da velocidade e a força do impacto das gotas d'água no solo, papel das plantas queimadas, quanto por provocar o endurecimento e a impermeabilização do solo, o que reduz a infiltração e aumenta a velocidade de escoamento das águas, provocando enxurradas que causam erosão, inundações, perdas de vidas humanas e prejuízos econômicos.

3.4 Principais causas e consequências das queimadas e dos incêndios florestais

No Brasil, assim como na América do Sul, a quase totalidade das queimadas é causada pelo Homem, por motivos muito variados: limpeza e renovação de pastagens, queima de restos culturais para preparação de plantios, eliminação de material lenhoso resultante de desmatamentos, queima da palhada para colheita manual de cana-de-açúcar, vandalismo, balões de São João, disputas fundiárias, protestos sociais etc. Com mais de 300.000 queimadas e nuvens de fumaça cobrindo milhões de quilômetros quadrados detectadas anualmente por meio de satélites, o Brasil ocupa o quinto lugar entre os países poluidores, devastando, anualmente, em média, cerca de 15 mil km²/ano de florestas naturais.

Essa situação é, em grande parte, decorrente das mudanças no uso da terra, isto é, principalmente, da conversão das florestas em áreas agrícolas, em geral, com o uso do fogo de forma não controlada, causando os (e causando dos) incêndios florestais. Por exemplo, se levarmos em conta apenas a poluição por combustíveis fósseis, nosso país ocuparia a 16ª posição. Porém, se contabilizarmos apenas as emissões decorrentes das alterações no uso da terra, o Brasil fica com a segunda posição no mundo, atrás apenas da Indonésia. Isso contribui diretamente para o quadro de degradação em escala mundial ao influenciar as mudanças climáticas globais e o aumento do aquecimento global, sendo as populações de menor renda as mais afetadas pela queda de qualidade ambiental.

Os danos ou os efeitos dos incêndios florestais e os acarretados pelo uso do fogo podem ser diretos e indiretos. Os danos diretos incluem:

- Destruição de florestas.
- Perda de biodiversidade.
- Perda da fertilidade dos solos.
- Poluição atmosférica.
- Queda na qualidade e quantidade de recursos hídricos.
- Perda de patrimônio.
- Paralisação de aeroportos.
- Desligamento das linhas de transmissão de energia elétrica.
- Perda de vidas humanas em casos extremos.

Os danos indiretos muitas vezes são sutis e de difícil percepção como é o caso do aumento da mortalidade de árvores e de animais que em certas situações ficam sem

alimentos ou abrigo. Outro exemplo é o aumento do custo dos serviços de saúde pública provocados pela grande quantidade de atendimentos médico-hospitalares relacionados às doenças respiratórias e de pele.



Figura 4 – Lagarto atingido por fogo durante a ocorrência de incêndio florestal. (Foto: Iranildo Coutinho)



Figura 5 – Degradação do solo causando aparecimento de voçorocas sendo resultado de alta frequência no uso do fogo para renovação de pastagem, provocando perda da cobertura vegetal e da camada superficial do solo. (Foto: Marcelo Motta)

4 Introdução ao manejo do fogo

4.1 Conceitos preliminares

O manejo do fogo é uma disciplina que também é conhecida pelo nome de Controle de Incêndios Florestais ou Proteção contra os Incêndios Florestais.

Em geral, poderia ser definido como o conjunto de ações para evitar os danos produzidos pelos incêndios florestais. Adicionalmente, a realização de estudos específicos permite a compreensão do fogo como fator ecológico e, em propriedades rurais, o emprego do fogo como ferramenta de preparo do solo e de manejo dos recursos naturais renováveis com menores danos.

É importante, para efeito de uma melhor compreensão, que se estabeleçam dois conceitos básicos, em virtude dos quais são desenvolvidas as ações de manejo do fogo.

INCÊNDIO FLORESTAL – É todo fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo tanto ser provocado pelo homem (intencional ou negligência) como por causa natural (raios).

QUEIMA CONTROLADA – É uma prática agrícola ou florestal em que o fogo é utilizado de forma racional, isto é, com o controle da sua intensidade e limitado a uma área predeterminada, atuando como um fator de produção. Há a possibilidade, inclusive, de ser utilizado no manejo de unidades de conservação para se evitar o acúmulo de combustível, evitando, assim, a ocorrência de incêndios com comportamento violento e de difícil controle.

4.2 Componentes do manejo do fogo

O manejo do fogo pode desenvolver-se por meio de um programa nacional, regional ou local, devendo considerar quatro componentes essenciais: **prevenção, pré-supressão, combate ou supressão e uso do fogo.**

Por **prevenção** entende-se como todas as medidas, normas ou atividades destinadas a evitar incêndios florestais, tais como educação ambiental, fomento de culturas que não dependam do uso do fogo, fomento de técnicas alternativas ao uso do fogo

(plantio direto), rondas, a avaliação antecipada dos fatores de risco e outros (prevenção de riscos) e aquelas adotadas para impedir a propagação do fogo em setores cobertos com vegetação, isto é, aceiros (prevenção de perigo).

A **pré-supressão** inclui as ações ou as operações para a organização dos recursos necessários para o combate a incêndios que eventualmente possam ocorrer. Nela devem ser consideradas a detecção, a capacitação e o treinamento de pessoal, a disponibilização de ferramentas e equipamentos, a organização da estrutura de comando e logística, o estabelecimento de normas e de procedimentos e a mobilização oportuna dos recursos requeridos para o combate e a extinção dos incêndios.

O **combate ou supressão** é o ato de extinguir e liquidar os focos de incêndios que ocorram, procedendo de acordo com o planejado e programado na pré-supressão.

O **uso do fogo** é uma prática antiga, utilizada pelos povos indígenas para caça e para preparo do terreno para o plantio. A queima controlada continua ainda sendo utilizada para renovação de pastagens, limpeza de restos de cultura, controle de pragas agrícolas, para plantio agrícola ou florestal no processo de derrubada e queima, muito disseminada na Amazônia e para manejo de combustíveis. Esse procedimento aplicado por meio de queima controlada ou prescrita é uma forma de manejar os recursos agrossilvopastoris, e a difusão do seu uso é em razão do seu baixo custo.

Entretanto, isso deve ser levado a cabo por meio de autorização do órgão ambiental competente em que constará um plano de queima cuidadosamente preparado que deverá, assim, ser executado pelo solicitante. Sempre que possível a queima controlada deve ser substituída por alternativas que evitem o uso de fogo. O estabelecimento de um calendário de queima deve ser fomentado com as comunidades vizinhas da UC que utilizam o fogo corriqueiramente. Isso facilita a mobilização ou o apoio da brigada, caso se perca o controle da queimada.

Outra possibilidade de aplicação de procedimentos de queima controlada é no manejo de unidades de conservação em que a ocorrência natural de incêndios forjou, ao longo do tempo, a evolução de características adaptativas fisiológicas e morfológicas nas plantas para tolerarem a passagem do fogo (bioma cerrado).

5 Sistemas de vigilância e detecção

Um dos elementos básicos para o controle dos incêndios florestais é a implementação de sistemas de vigilância, cujos principais objetivos são: vigilância preventiva das zonas prioritárias para a conservação de modo que seja evitada a ocorrência de incêndios e possibilitada a identificação dos agentes que, por negligência ou intencionalmente, possam provocar os incêndios; e detectar o incêndio no menor tempo possível e efetuar a comunicação do evento para a estrutura de acionamento da brigada que efetuará o controle e extinção do mesmo.

Diversas são as formas de detecção de incêndios florestais que podem ser utilizadas. Dependendo das características do local, principalmente a extensão da área a ser monitorada, pode-se utilizar meios de detecção por meio de vigilância terrestre por postos fixos ou móveis (rondas) e torres de observação, ou monitoramento e patrulhamento aéreo com aeronaves e monitoramento por imagens de satélites.

A rapidez e a eficiência na detecção e no monitoramento dos incêndios florestais são fundamentais para a redução dos custos nas operações de combate e para a atenuação dos danos. Quanto mais rápido se tem conhecimento do fogo, mais rapidamente se inicia o combate. Assim, seu controle se torna mais fácil, porque ocorre antes que o incêndio tome proporções maiores. Isso reduz os gastos, o tamanho da área afetada e o próprio esforço da brigada nas ações de combate.

Além disso, o aumento da presença institucional resultante de um bom sistema de detecção e vigilância monitoramento reduz a incidência de incêndios, pois tem efeito inibidor aos incendiários. Tais sistemas devem estar adequados à realidade da unidade de conservação de forma que iniba os principais agentes causadores dos incêndios, isto é, de forma que monitore os locais, os dias e os horários em que ocorra a ação desses agentes é mais frequente.

5.1 Terrestre fixo

Esse sistema de vigilância é baseado na localização de pontos fixos do terreno para efetuar o monitoramento da área. A boa escolha dos pontos de observação é fundamental. Devem ser priorizados pontos que possuam grande amplitude de visada, principalmente, na direção das áreas em que a frequência de incêndios é maior. De preferência utilizar mais de um ponto para permitir a localização da coluna de fumaça no mapa. Podem

ser construídas torres metálicas em terrenos planos ou com relevo pouco acidentado e pequenos abrigos nos pontos mais altos do terreno em áreas com relevo acidentado.

Essas estruturas devem possuir alguns equipamentos básicos, tais como: instrumento para localização da coluna de fumaça e leitura de ângulo (goniômetro), mapa da área contendo topografia, tipo de vegetação e estradas, aparelho de radiocomunicação e livro de registro de ocorrência.



Figura 6 – Exemplos de estruturas construídas para vigilância da área e detecção dos incêndios florestais.

Obs.: Como construir um goniômetro:

- Materiais: bússola, régua transferidora, cano de PVC, prego e base de madeira.
- O princípio de construção é acoplar a leitura da bússola à do transferidor para se efetuar a leitura de forma padronizada (N da bússola = 360° do transferidor). Com o cano de PVC fazemos uma mira que irá ser direcionada para a coluna de fumaça e fixamos um prego ao cano para fazermos o ponteiro dos ângulos no transferidor.
- Para a efetiva detecção do foco de incêndio, necessitamos de pelo menos dois pontos fixos de observação e, a partir das leituras dos ângulos, podemos cruzar as linhas resultantes. Além disso, um terceiro ponto pode ser utilizado

para confirmação da localização do incêndio. A mira na coluna de fumaça deve ser feita em direção a sua base (o mais próximo da Terra) para evitar a ação do vento, conforme desenho a seguir:

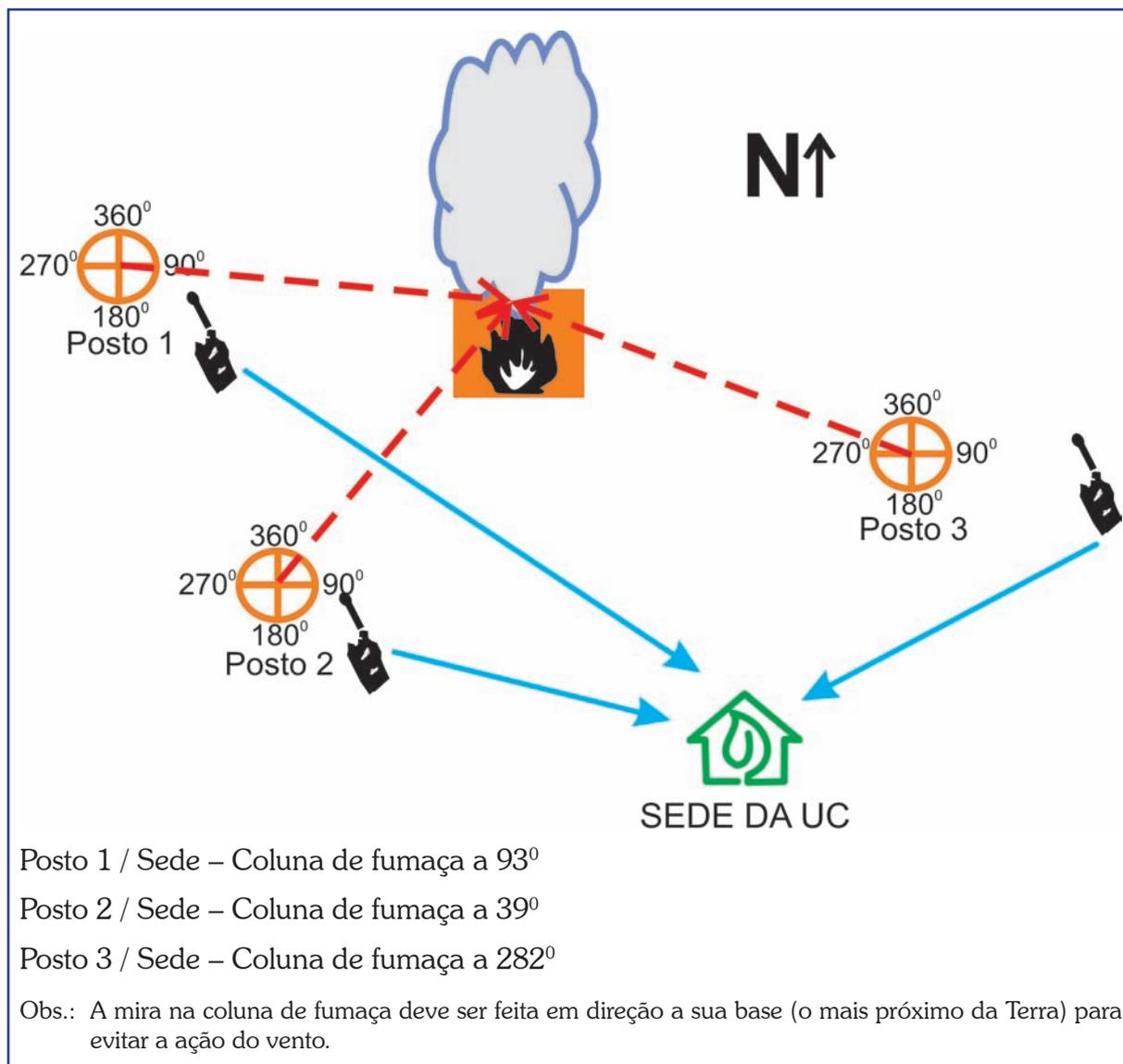


Figura 7 – Esquema ilustrativo mostrando a utilização prática do sistema de detecção do tipo terrestre fixo.

5.2 Terrestre móvel

Sistema que consiste na vigilância da área pelo deslocamento da equipe por meio de rondas. No deslocamento, pode-se utilizar diversos meios de transporte, motorizados ou não, tais como: automóveis, motos, bicicletas, cavalos, entre outros. Além de proporcionar a detecção, é um método muito eficaz para inibir a ação de incendiários, desde que as rotas das rondas sejam realizadas nos locais, datas e horários em que a ação desses incendiários ocorre.

Para reforçar esse efeito inibitório, deve-se fortalecer a surpresa da ação, evitando-se a manutenção de cronogramas fixos nas rotas. Em momentos mais críticos para ocorrência de incêndios, o ideal é que as rondas utilizem viaturas que possibilitem o transporte de um mínimo de brigadistas, ferramentas e equipamentos de combate necessários para se efetuar o primeiro ataque a um eventual foco de incêndio.



Foto: Acervo Prevfogo/Ibama

Foto: Marcelo Motta

Figura 8 – Viaturas utilizadas em rondas móveis nas unidades de conservação do território brasileiro.

5.3 Aéreo

Sistema que consiste na utilização de aeronaves para monitoramento de grandes extensões territoriais. Método pouco utilizado no Brasil para a detecção de incêndios por causa da carência de aeronaves. Entretanto, em combates expandidos torna-se de grande valia ao permitir o monitoramento da evolução do incêndio e avaliações diárias do comportamento do fogo que auxiliam o planejamento das ações de combate.



Foto: Eduardo Issa

Foto: Acervo ICMBio

Foto: Acervo ICMBio

Figura 9 – Utilização de aeronaves para monitoramento e detecção de focos de fogo no território brasileiro.

5.4 Satélite

Atualmente, existe uma constelação variada de satélites com sensores de luz e calor de distintas resoluções espaciais e temporais que, conjuntamente, oferecem cerca de aproximadamente 16 leituras diárias de possíveis focos de incêndios em todo território nacional. Após o tratamento técnico das imagens no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a existência de focos de calor no interior de unidades de conservação, ou nas suas vizinhas, é informada em coordenadas geográficas nas unidades de conservação para checagem de campo. Isso ocorre porque ainda persiste certo grau de incerteza nas leituras dos sensores e nas análises das imagens. Portanto, a validação de campo pela brigada é indispensável para a confirmação do incêndio e essa informação deve ser repassada à origem do alerta. Mesmo nos casos em que ele não se confirma, deve ser informado o que se encontrou nas coordenadas passadas. Por exemplo, com frequência galpões com telhado metálico ou lajeados de pedra surgem como focos de calor. O repasse dessas informações é essencial para o refinamento desse método de detecção.

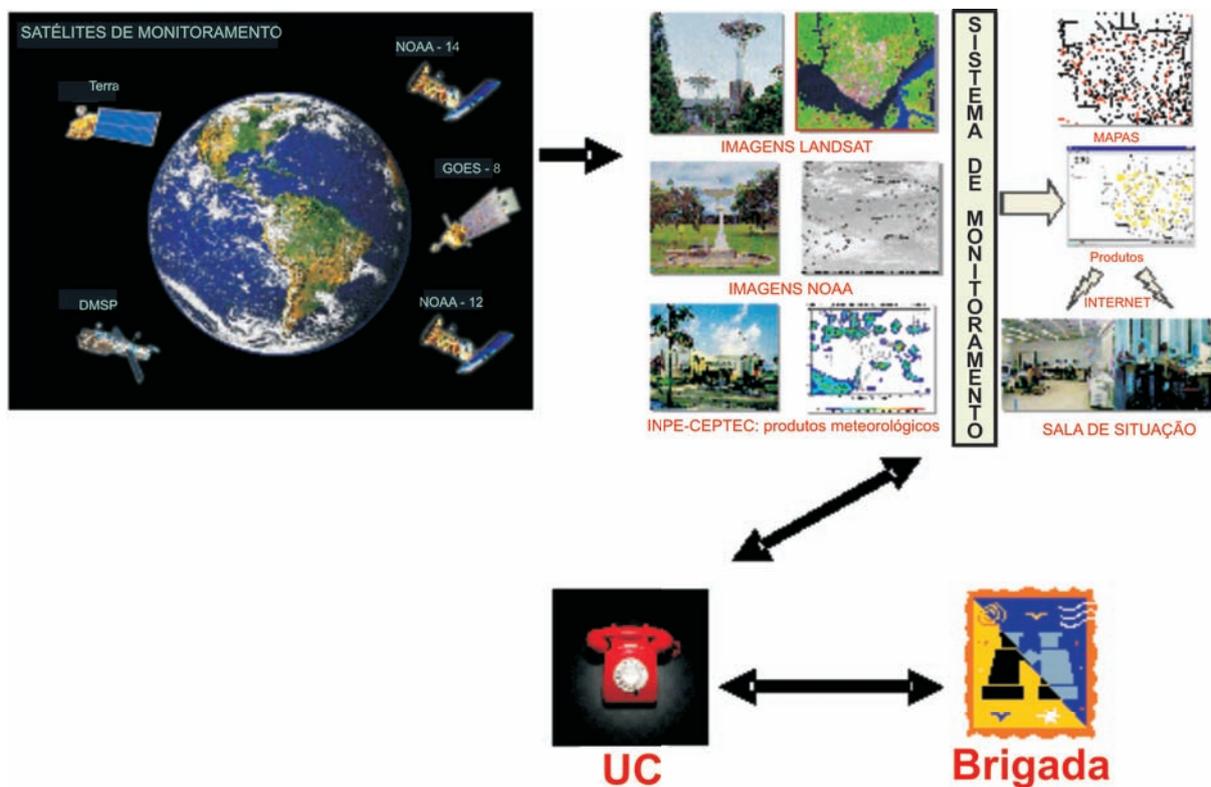


Figura 10 – Esquema ilustrativo do sistema de monitoramento via satélite e do fluxo de informações até o acionamento da brigada.

6 Comportamento do fogo em incêndios florestais

6.1 Conceito de fogo

É o termo aplicado ao resultado de uma reação química de oxidação que ocorre em alta velocidade e com liberação calórica e luminosa, proveniente da combinação entre o oxigênio, combustível e uma fonte de calor.

6.2 Comportamento do fogo

São as características que os combustíveis apresentam ao se queimarem ao longo do desenvolvimento de um incêndio, isto é, sua velocidade, sua liberação calórica, a altura das suas chamas, seu dinamismo da coluna de convecção e o percurso percorrido.

O conhecimento do comportamento do fogo é fundamental para um combate eficiente, eficaz e seguro. É por meio dele que obtemos a capacidade de previsão de seu comportamento futuro (modelo de propagação do incêndio), o que se constitui num dos alicerces para o planejamento das ações de combate.

6.3 Como se forma

O fogo é formado pela reação em cadeia, unindo três elementos:

- **Combustível** – É tudo aquilo que está sujeito a se incendiar, tais como: papel, madeira, estopa, gasolina, álcool, metano, hidrogênio, acetileno e outros.
- **Calor** – É a fonte de energia que dá início ao fogo, que o mantém e proporciona sua propagação.
- **Oxigênio** – Presente no ar em proporção de 21%, ele é essencial para a manutenção da reação química (comburente) do fogo.

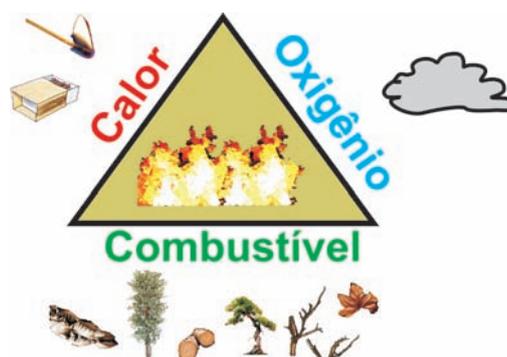


Figura 11 – Esquema ilustrativo do triângulo do fogo: para que ocorra o fogo (centro do triângulo) é necessário material combustível, oxigênio e uma fonte de calor externa.

6.4 Fases da combustão

Fase de preaquecimento

Fase inicial da combustão, em que os combustíveis florestais ganham calor e começa a perda de água, o que ocorre a partir dos 100° C. Os combustíveis continuam ganhando calor (de 100° C até cerca de 250° C) e começam a emitir gases oriundos de seus diversos compostos vegetais, mas ainda não há chamas. Há necessidade de uma fonte de calor externa. Isso tem relação direta com o combate, porque enquanto os combustíveis não perderem sua umidade não há fogo, razão pela qual o teor de umidade atua diretamente na velocidade de propagação dos incêndios. Quanto mais úmido for o combustível, mais lenta será sua combustão e conseqüentemente menor a velocidade de propagação. Por outra parte, quanto mais seco ele estiver, menor será essa fase, e mais rapidamente os combustíveis passarão para a próxima fase. Assim, atenção especial deve ser dada à energia calórica liberada pelo incêndio que irá atuar sobre o período de preaquecimento dos combustíveis que ainda não queimaram.



Figura 12 – Sequência de fotos mostrando necessidade de fonte de calor externa (chama produzida pelo fósforo) – Figura A; e combustível perdendo água na forma de vapor – Figura B. (Fotos: Marcelo Motta)

Fase gasosa ou de combustão dos gases

Corresponde à fase de surgimento das chamas, o que ocorre por volta dos 250°/300° C (ponto de ignição), podendo chegar além dos 1.000° C no decorrer dessa fase.

As chamas ocorrem porque o ar se torna carregado de gases inflamáveis provenientes da vegetação aquecida que, nessa faixa de temperatura, reagem com o oxigênio disponível produzindo as chamas, não havendo mais a necessidade de uma fonte externa de calor.

Como as composições químicas das espécies vegetais diferem, elas também emitirão composições gasosas diferentes, o que pode proporcionar um potencial de ignição distinto entre elas. Logo, é importante estar atento ao tipo de vegetação que está sendo consumido e que irá se consumir durante as ações de combate.

Atenção especial deve ser dada para energia calórica que está sendo liberada pelo incêndio, pois ela pode gerar a ignição dos combustíveis que ainda não queimaram, mesmo sem o contato direto com as chamas.

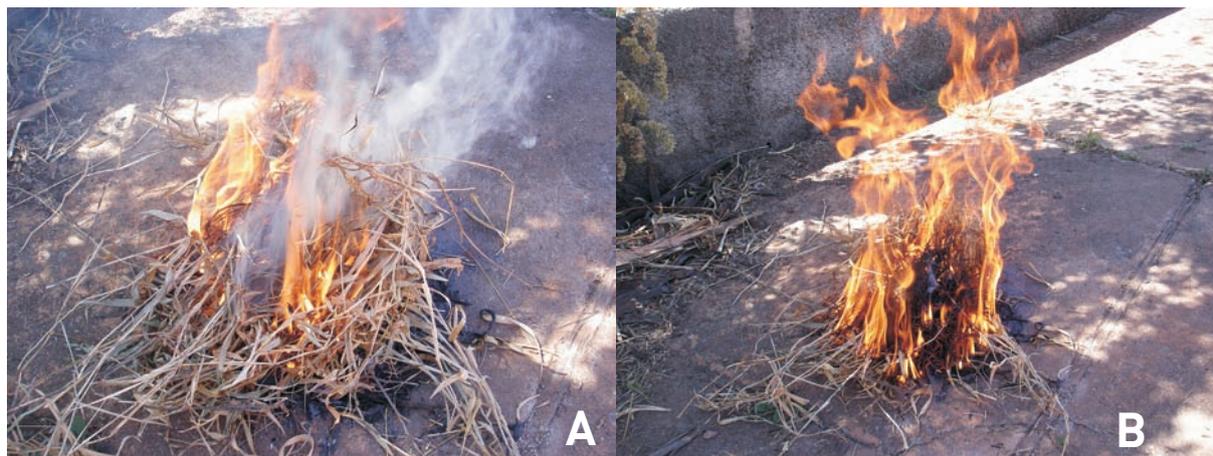


Figura 13 – Sequência de fotos mostrando não haver mais a necessidade de fonte de calor externa pelo aparecimento da chama (ponto de ignição) – Figura A; e combustível sendo consumido pela energia liberada durante a combustão – Figura B. (Fotos: Marcelo Motta)

Fase sólida ou de carbonização

Corresponde à fase final da combustão quando restam os materiais carbonizados e as cinzas residuais. Porém, ainda inspira cuidados nas ações de combate. Apesar da menor energia calórica liberada dessa fase, se houver contato de combustíveis em carbonização com combustíveis não queimados, esses poderão entrar em ignição.



Figura 14 – Sequência de fotos mostrando combustível leve na fase de carbonização – Figura A; e liberação de chama produzida pelo contato entre combustível não queimado e combustível carbonizado – Figura B. (Fotos: Marcelo Motta)

6.5 Mecanismos de transferência de calor

O calor se propaga de três formas básicas: condução, convecção e radiação. O calor é transferido de objetos com temperatura mais alta para aqueles com temperatura mais baixa. O mais frio de dois objetos absorverá calor até que esteja com a mesma quantidade de energia do outro.

Condução:

É a passagem de calor por um corpo sólido por contato molecular.

Ex.: queima de um tronco de uma extremidade até a outra como um pavio (Ver comentários de combate da fase sólida da combustão).

Convecção:

É a corrente ascendente de ar quente que se desloca a partir da superfície do incêndio por meio da elevação de temperatura e consequente queda de densidade do ar. Pode favorecer o lançamento de materiais ardentes a partir da frente do incêndio para a vegetação que ainda não queimou.

Ex.: fogueira embaixo de uma árvore balançando e ressecando a folhagem logo acima, subida do balão de São João.

Radiação:

É o calor propagado através de ondas de energia que se dispersam em todas as direções.

Ex.: aquecimento provocado pelo sol, aquecimento da cozinha ao esquentar o forno do fogão

Obs.: Emissão de fagulhas – são provenientes das brasas que sob ação da coluna de convecção e do vento são emitidas para além da frente de fogo. Podem originar novos focos de incêndio ao entrarem em contato com material não queimado. Dessa forma, podemos dizer que esse mecanismo de propagação de calor é o resultado da ação conjunta da convecção e da condução.

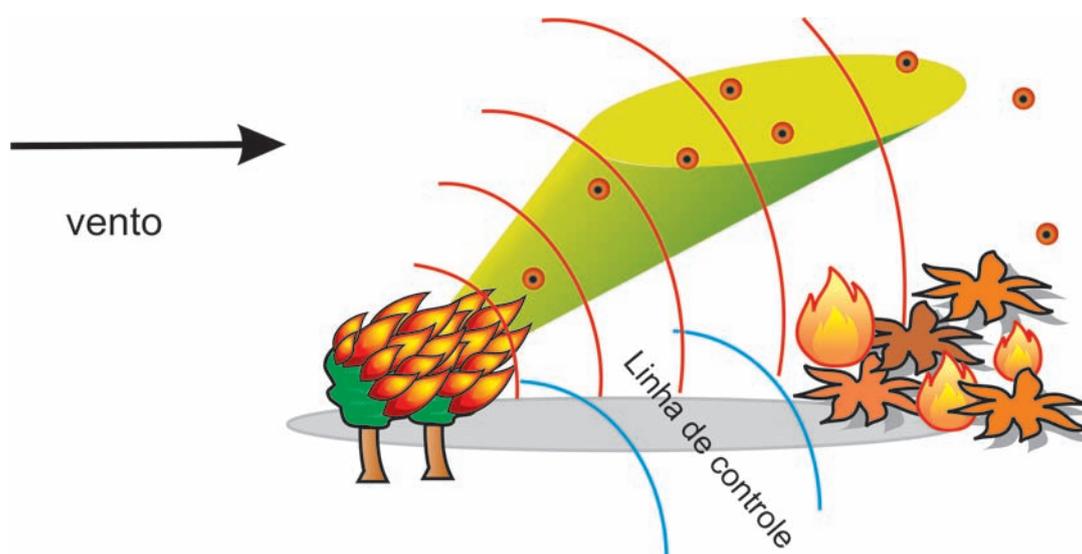


Figura 15 – Esquema ilustrativo mostrando que fagulhas ou material ardente podem ser lançados pela coluna de convecção para além da linha de controle, gerando novos focos na área ainda não incendiada.

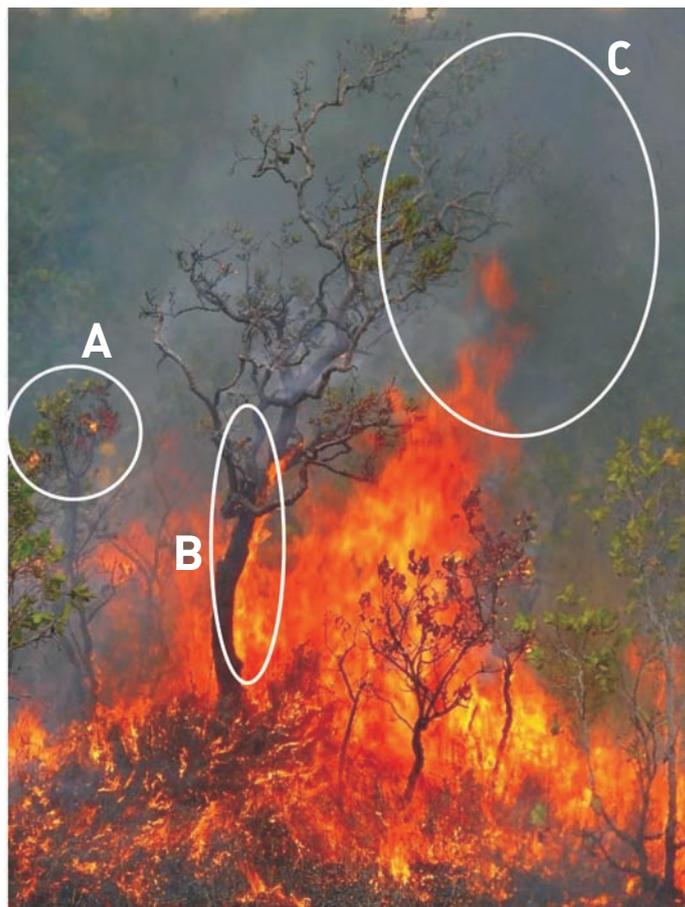


Figura 16 – Mecanismos de transferência de calor no ambiente: A – ramo incendiado pelo calor transferido por radiação; B – escalada da chama no tronco principalmente por calor transferido pela condução; C – calor ascendendo ao ambiente pela coluna de convecção. (Foto: Taylor Nunes; Modificado de Lacerda e Cattaneo (2008))



Figura 17 – Visão do comportamento de uma frente de fogo mostrando os efeitos da radiação e convecção no desenvolvimento do incêndio florestal, aumentando a altura de chama e conseqüentemente a intensidade calórica liberada. (Foto: Taylor Nunes; Modificado de Lacerda e Cattaneo (2008))

6.6 Características da coluna da fumaça

A fumaça é o conjunto de gases, vapor de água, materiais particulados finos e resíduos da combustão, que ascendem na área ardente. A ascensão é facilitada pela coluna convectiva.

A cor e a forma da coluna são indicadores das características do local afetado pelo incêndio e do comportamento resultante do fogo.

A forma e a cor dependem da:

- Intensidade calórica do incêndio.
- Superfície da área ardente.
- Qualidade dos combustíveis.
- Estabilidade atmosférica (perfil vertical de ventos).



A



B

Figura 18 – **Fumaça branca (A)** – material combustível fino, com pouco material lenhoso, com alto teor de umidade.

A cor branca se deve, principalmente, ao volume de vapor d'água nos combustíveis. (Foto: Marcelo Motta)

Fumaça cinza (B) – mais escura ou mais clara – material combustível mais seco e com maior quantidade de material lenhoso. (Foto: Bruno Lintomen)

7 Fatores que influenciam a propagação dos incêndios florestais

O conjunto de fatores que influenciam no comportamento de um incêndio florestal durante seu desenvolvimento são relacionados ao material combustível, topografia e meteorologia, conforme figura a seguir denominada Triângulo do Comportamento do Fogo:



Figura 19 – Triângulo do comportamento do fogo, formado pelo conjunto de fatores que afetam o desenvolvimento de um incêndio florestal.

7.1 Combustível

As plantas e os restos vegetais acumulados no solo são os combustíveis dos incêndios florestais. Existem diversos fatores que devem ser levados em conta quando analisamos a vegetação e sua influência no comportamento do fogo:

- a) quantidade, continuidade, relação superfície–volume, arranjo espacial das plantas, que em o conjunto com a composição das espécies são os componentes estruturais dos diferentes tipos de vegetação;

- b) a condição ou o estado da vegetação, isto é, o teor de umidade presente nas plantas e nos restos vegetais;
- c) a quantidade e a compactação dos restos vegetais (partículas) acamados no solo.

Os fatores relacionados ao combustível, isolados ou conjuntamente, possuem grande relevância no combate por apresentarem a possibilidade de manejo pela brigada. Em geral, durante as ações de combate, o manejo do combustível se dá por meio da remoção da vegetação, o que resultará na quebra da sua continuidade e, conseqüentemente, na interrupção dos três mecanismos de transferência de calor da frente de incêndio para a vegetação não queimada.

No Brasil, exceto para o cerrado, existe uma grande lacuna de conhecimento científico do fator combustível no comportamento do fogo. Isso ocorre pela carência de pesquisas e pela complexidade delas, em virtude da grande diversidade vegetal que existe dentro e entre os diferentes tipos de vegetação dos biomas brasileiros. Portanto, o saber empírico da população local pode ter grande importância nas ações de combate.

Assim, para facilitar a compreensão do fator combustível e a nossa capacidade de previsão do comportamento do fogo, devemos reduzir o número de fatores do combustível a serem analisados nos combates. A velocidade de propagação do incêndio é um fator de grande relevância para os combates. Devemos, então, analisar o combustível com respeito à velocidade do incêndio.

Dois fatores de grande importância são o tipo de vegetação (a) e o teor de umidade (b) do combustível (plantas vivas e seus restos vegetais). Um pasto queimará mais rapidamente do que uma floresta. Um pasto seco queimará mais rapidamente do que um pasto mais verde. O fator (c), referente aos restos vegetais no solo, também é um componente importante, pois quanto maior for sua quantidade e compactação, maior será o esforço dispensado pela brigada para a quebra de sua continuidade. Porém, pelo menor teor de oxigênio no solo, esse combustível tende a se queimar mais lentamente e representa um risco menor para a brigada no planejamento e nas ações de combate.

A seguir, iremos analisar separadamente cada um dos fatores dos combustíveis que afetam o comportamento do fogo.

Fatores dos combustíveis:

Umidade – Representa a quantidade de água que o combustível (vivo e morto) contém num determinado instante. Quanto menor a umidade do combustível, menor será seu o período de preaquecimento e mais rapidamente o incêndio se propagará. As plantas possuem diversos mecanismos para manterem alguma umidade e se manterem vivas durante a seca. O combustível morto, por sua vez tende a manter um equilíbrio em razão da umidade relativa do ar, quanto mais quente e seco estiver o tempo, mais rapidamente o combustível morto entrará em equilíbrio com a umidade relativa do ar (tempo de retardo), reduzindo, assim, o seu período de preaquecimento para ignição (abrir chama).

Tamanho – Combustíveis menores perdem umidade, ardem mais rapidamente e são mais suscetíveis à queima completa. Assim, quanto maior for o volume de combustíveis leves, mais rápida será a propagação e maior a intensidade do incêndio.

Tabela 1 – Definição dos tipos de combustível em relação ao diâmetro e aos respectivos tempos de retardo (tempo que uma partícula necessita para alcançar o estado de equilíbrio higroscópico com o ambiente). (Modificado de Lacerda e Cattaneo, 2008)

Combustível	Diâmetro (mm)	Tempo de retardo (hora)
Leve (ervas, folhas, pastagens)	< 5	1
Regular (galhos e caules)	5 a 25	10
Mediano (galhos e caules)	25 a 75	100 (5 dias)
Pesado (galhos e troncos)	> 75	1000 (42 dias)

Quantidade – Em geral, é mensurado em toneladas por hectare (t/ha). Apesar de expressar o total de combustível para arder no incêndio (combustível total), frequentemente, a passagem do fogo consome apenas parte do combustível (combustível disponível). Isso depende do tipo de vegetação e da velocidade do incêndio. Por exemplo, os incêndios em cerrados abertos, apesar do menor combustível total em relação a uma floresta, terão maiores velocidades de propagação e intensidade calórica por radiação e convecção pelo fato de haver maior quantidade de combustíveis leves no cerrado do que na floresta.

Relação superfície–volume – Os combustíveis trocam umidade e calor com o ambiente por meio de sua superfície. Logo, quanto maior a superfície por unidade de volume, mais rápida será essa troca e mais facilmente o combustível tenderá a alcançar sua temperatura de ignição. Qual das figuras a seguir queimaria mais facilmente e completamente?

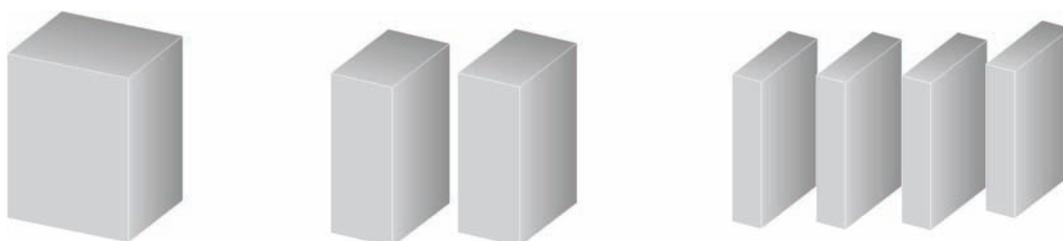


Figura 20 – Figuras com diferentes relações superfície–volume, mostrando aumento de facilidade de equilíbrio higroscópico com o ambiente da esquerda para a direita. (Modificado de Lacerda e Cattaneo (2008))

Continuidade – É a sequência da vegetação disposta tanto no plano horizontal quanto no vertical, incluindo aí o combustível acamado sobre o solo mineral (combustível subterrâneo). Assim, podemos falar em continuidade horizontal, vertical, subterrânea, e associada, que é quando analisamos todas elas em conjunto. Durante as ações de combate, é a continuidade do combustível que determinará o montante da faixa de vegetação que a brigada irá trabalhar (remover, queimar, reduzir, amassar, etc.). Portanto, devemos trabalhar

uma faixa de vegetação que seja suficientemente grande para impedir que o calor se propague para a vegetação a ser defendida. Para isso, devemos levar em conta todos os mecanismos de transferência de calor apresentados (condução, convecção e radiação).



Figura 21 – Esquema ilustrativo da continuidade do combustível no ambiente (Modificado de Lacerda e Cattaneo, 2008); foto mostrando descontinuidade do combustível no ambiente – Estação Ecológica de Uruçuí-Una / PI. (Foto: Marcelo Motta)

Distribuição – É o arranjo espacial dos tipos de vegetação na área. Ao longo do desenvolvimento de um incêndio, frequentemente, o fogo consome diferentes tipos de vegetação o que irá determinar comportamentos do fogo distintos.

Compacidade – Entre o combustível, esteja ele em pé ou acamado sobre o solo, existem espaços ocupados pelo ar (oxigênio). Quanto mais compactado estiver o combustível, menor oxigênio estará disponível para alimentar a combustão e, adicionalmente, menor a relação superfície–volume, o que aumenta a retenção de umidade. Uma maior compacidade dos combustíveis tende a retardar a propagação e a intensidade do incêndio.

Composição da flora – As plantas diferem na facilidade de entrar em ignição (abrir chama) e na inflamabilidade (capacidade de arder e de consumir todo o material vegetal durante a combustão). Por exemplo, quanto maior a densidade da madeira, maior será a quantidade de calor necessária para sua ignição, daí a forma de propagação de calor predominante será a condução. Por outra parte, madeiras de baixa densidade abrirão chama com menor quantidade de calor, elevando o papel que a radiação e a convecção possuem na propagação do incêndio. Adicionalmente, algumas plantas possuem compostos químicos (óleos, ceras e resinas) inflamáveis e produzem incêndios de maior intensidade e velocidade de propagação. O aquecimento do combustível faz com que esses compostos se volatilizem para o ar. Em virtude de sua menor temperatura de ignição, eles podem inflamar-se até mesmo na ausência de contato com as chamas, produzindo incêndios de maior intensidade, velocidade e conseqüente dificuldade de controle pela brigada.

7.2 Topografia

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

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

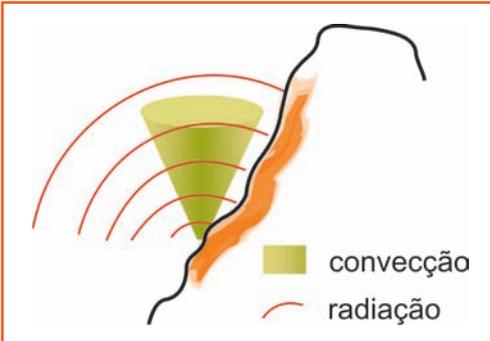
Exposição: A posição das encostas em relação à radiação solar afeta o desenvolvimento da vegetação e sua condição como combustível. Em geral, as encostas voltadas para o Norte recebem maior radiação solar do que as voltadas para o Sul. Porém, nas regiões que sofrem maior efeito das geadas (Sul do país),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

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

Grau de inclinação ou pendente: É o mais importante dos fatores topográficos, atuando especialmente na velocidade de propagação. Incêndios queimam mais rapidamente morro acima do que morro abaixo. Quanto mais íngreme o morro, mais rápida é a propagação do fogo pelo efeito da convecção e radiação sobre os combustíveis não queimados.

Tabela 2 – Fator de propagação a ser utilizado no cálculo da velocidade de propagação do incêndio florestal em relação ao grau de inclinação do terreno. (Adaptado de Ramos, 2004; e de Lacerda e Cattaneo, 2008)

Grau de inclinação (%)	Fator de propagação
0 a 5	1,0
6 a 19	1,5
20 a 39	2,0
40 a 70	4,5



7.3 Meteorologia

As condições meteorológicas são fatores importantes para o desenvolvimento dos incêndios florestais. Quem vai trabalhar na prevenção e no combate aos incêndios florestais precisa conhecer as condições e previsões do tempo. Quatro fatores são fundamentais:

Temperatura – É o grau de calor de um lugar. O calor resseca a vegetação tirando a umidade, facilitando o início e a propagação do incêndio. É importante ressaltar que o frio também pode aumentar significativamente o risco de incêndios, por meio do ressecamento ou da queima da vegetação, especialmente em locais em que se verifica a ocorrência de geadas.

Vento – quanto mais forte o vento, mais fácil o fogo se espalha, isto é, maior velocidade de propagação ele tenderá a apresentar. O vento fornece mais oxigênio (ar) e facilita a dessecação (perda de umidade) da vegetação. Além disso, ele interage com a coluna de convecção, espalhando fagulhas e brasas, o que pode causar outros focos de incêndios.

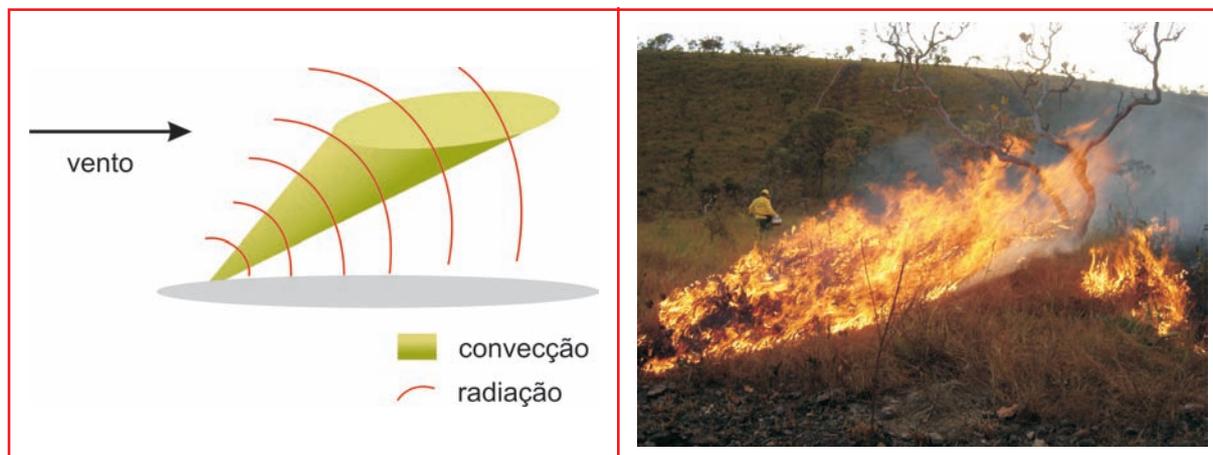


Figura 22 – Esquema ilustrativo da ação do vento sobre a convecção e a radiação resultante da inclinação das chamas (modificado de Lacerda e Cattaneo, 2008); foto mostrando inclinação e alongamento das chamas provocados pela ação do vento. (Foto: Marcelo Motta)

Obs.: Formação de redemoinho de fogo – Ele se desenvolve na coluna de convecção, expelindo massas gasosas em espiral a grande velocidade, possuindo avanço errático e violento e provocando a emissão de materiais ardentes a longas distâncias.



Figura 23 – Redemoinho formado durante incêndio florestal no Parque Nacional da Serra da Canastra. (Foto: Acervo prevfogo/Ibama)

Umidade Relativa do Ar – É a quantidade de água existente no ar. A baixa umidade é responsável pelo ressecamento da vegetação, facilitando o início do incêndio e a sua propagação. Além disso, a baixa umidade facilita a ação do oxigênio na reação de combustão pelo aumento de sua concentração relativa no ar.

Precipitação – É a quantidade de umidade que cai da atmosfera e alcança o solo. Podendo ser na forma de chuva, de orvalho, de névoa ou de neblina. As precipitações são importantes porque umedecem a vegetação.

UTILIDADE PRÁTICA DO COMPORTAMENTO DO FOGO

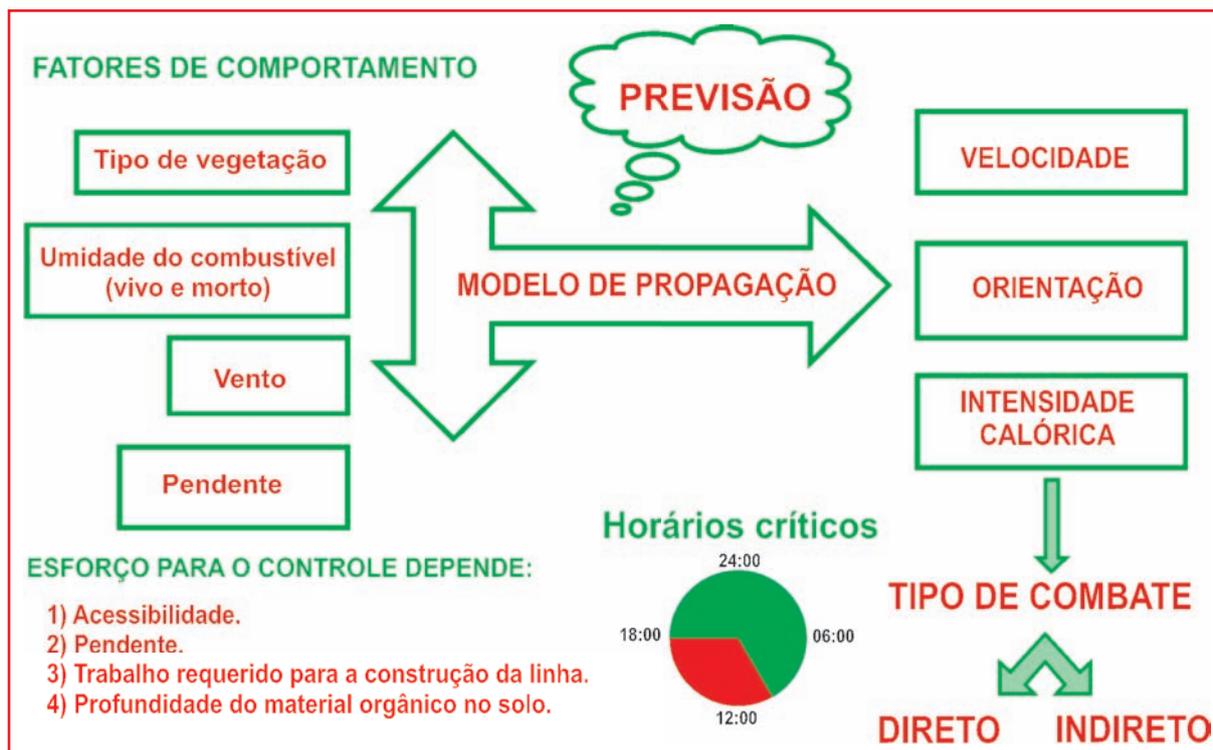


Figura 24 – Esquema ilustrativo que mostra a utilidade prática da avaliação dos fatores de comportamento do fogo durante o desenvolvimento do incêndio florestal para definição do sistema de combate mais eficiente e seguro. (Modificado de Ramos, 2004)

Intensidade do incêndio

Tabela 3 – Fatores que afetam a intensidade do incêndio florestal durante seu desenvolvimento. (Adaptado de Lacerda e Cattaneo, 2008)

AUMENTA COM	DIMUNUI COM
Maior volume de combustíveis leves.	Menor volume de combustíveis leves.
Uniformidade dos combustíveis.	Combustíveis não uniformes.
Continuidade horizontal.	Descontinuidade horizontal.
Baixa umidade dos combustíveis.	Maior umidade dos combustíveis.
Aclives à frente do incêndio.	Declives à frente de incêndio.
Ventos fortes.	Ventos fracos.
Baixa umidade relativa do ar.	Alta umidade relativa do ar.
Alta temperatura do ar.	Baixa temperatura do ar.

8 Partes do incêndio

- **Perímetro:** é a linha que delimita a área queimada.
- **Frente ou cabeça:** é a parte do incêndio que se movimenta mais rápido. Um incêndio pode ter duas ou mais frentes e quando o vento muda de direção, os flancos ou a retaguarda podem se transformar em novas frentes.
- **Cauda ou retaguarda:** é a parte do incêndio que se move mais lentamente, propagando-se contra o vento.
- **Flancos ou alas:** são os dois lados do incêndio (esquerdo e direito), que devem ser determinados olhando-se da cauda em direção a cabeça.
- **Dedos ou alongamento:** são faixas mais estreitas do incêndio que se propagam.
- **Bolsa ou garganta:** área que queima mais lentamente e é contornada pelo fogo podendo vir a ser uma ilha. A brigada deve evitar se posicionar aqui, pois pode facilmente ser cercada pelo fogo.
- **Ilha:** área não queimada dentro do perímetro do incêndio podendo abrigar animais peçonhentos (área de risco para o brigadista).
- **Foco secundário:** foco iniciado geralmente por fagulhas, dando origem a outro foco de incêndio.



Figura 25 – Esquema ilustrativo dos setores de um incêndio florestal. (Modificado de Salas, 1993; IEF-MG,2006)

9 Tipos de incêndios florestais

Incêndios subterrâneos – São incêndios em vegetação tais como: raízes, turfa e outros que se encontram sob o solo, geralmente sem chamas, caracterizam por uma velocidade de propagação lenta, às vezes poucos metros por dia, mas possuem um efeito letal alto na vegetação.



Foto: Acervo Prevfogo/lbama

Incêndios superficiais – São aqueles que se propagam consumindo a vegetação existente sobre o solo da floresta e queimando pastos e ervas. Sua velocidade de propagação é variável, podendo se expandir, desde uns poucos metros até vários quilômetros por hora.



Foto: Acervo Prevfogo/lbama

Incêndios aéreos ou de copa – São os que se propagam por meio das copas das árvores e, geralmente, apresentam-se de uma maneira violenta. A velocidade de propagação pode alcançar acima de 10 km/h. Nas regiões mais úmidas é raro que ele tenha essa forma de propagação, mas algumas árvores e arbustos podem abrir chama pela continuidade do combustível. Isso é mais frequente em locais com um estrato arbustivo denso e seco conjugado a uma continuidade vertical alta (copas densas). Por exemplo, nas áreas de clareira em que se tem acúmulo de combustível superficial e a alta ocorrência de trepadeiras e de cipós há produção de uma escada para o fogo em direção às copas das árvores.



Foto: Bruno Lintomen

Um incêndio de copas que apresenta um comportamento crítico, alta velocidade de propagação, um nível elevado de liberação calórica e uma coluna de convecção bastante desenvolvida, normalmente é de difícil controle.

Obs.: Finalmente, deve se mencionar que durante o desenvolvimento de um incêndio florestal, o fogo pode se propagar por diversos meios, gerando setores com tipos diferentes de incêndio, como na fotografia ao lado.



Foto: Acervo Prevfogo/Ibama

10 Equipamentos, ferramentas e EPI* de combate a incêndios florestais

* Equipamento de proteção individual

Definição: Denominamos Material de Combate a Incêndio Florestal ao conjunto de equipamentos e de ferramentas utilizadas, as quais estão ligadas a essa finalidade, tendo uso exclusivo para esse fim. A estratégia e a eficiência do combate dependem do tipo, da quantidade e da qualidade das ferramentas e dos equipamentos utilizados, assim como do condicionamento físico, da habilidade e do uso adequado desses materiais.

Características: As ferramentas e os equipamentos destinados ao combate a incêndio florestal devem ter as seguintes características:

- **Versatilidade** – É a ferramenta que deve ser funcional e atender a mais de uma finalidade.
- **Portáteis** – De fácil transporte, pequeno volume e pouco peso.
- **Resistentes** – Devem ser confeccionadas com material de boa qualidade.
- **Simples** – De fácil utilização, manutenção e reparo.
- **Padronização** – O mesmo tipo de material utilizado em todas as unidades de conservação.

Porém, na maioria das vezes trabalhamos com ferramentas agrícolas manuais (facão, foice, machado, enxada, enxadão, pá, etc.).

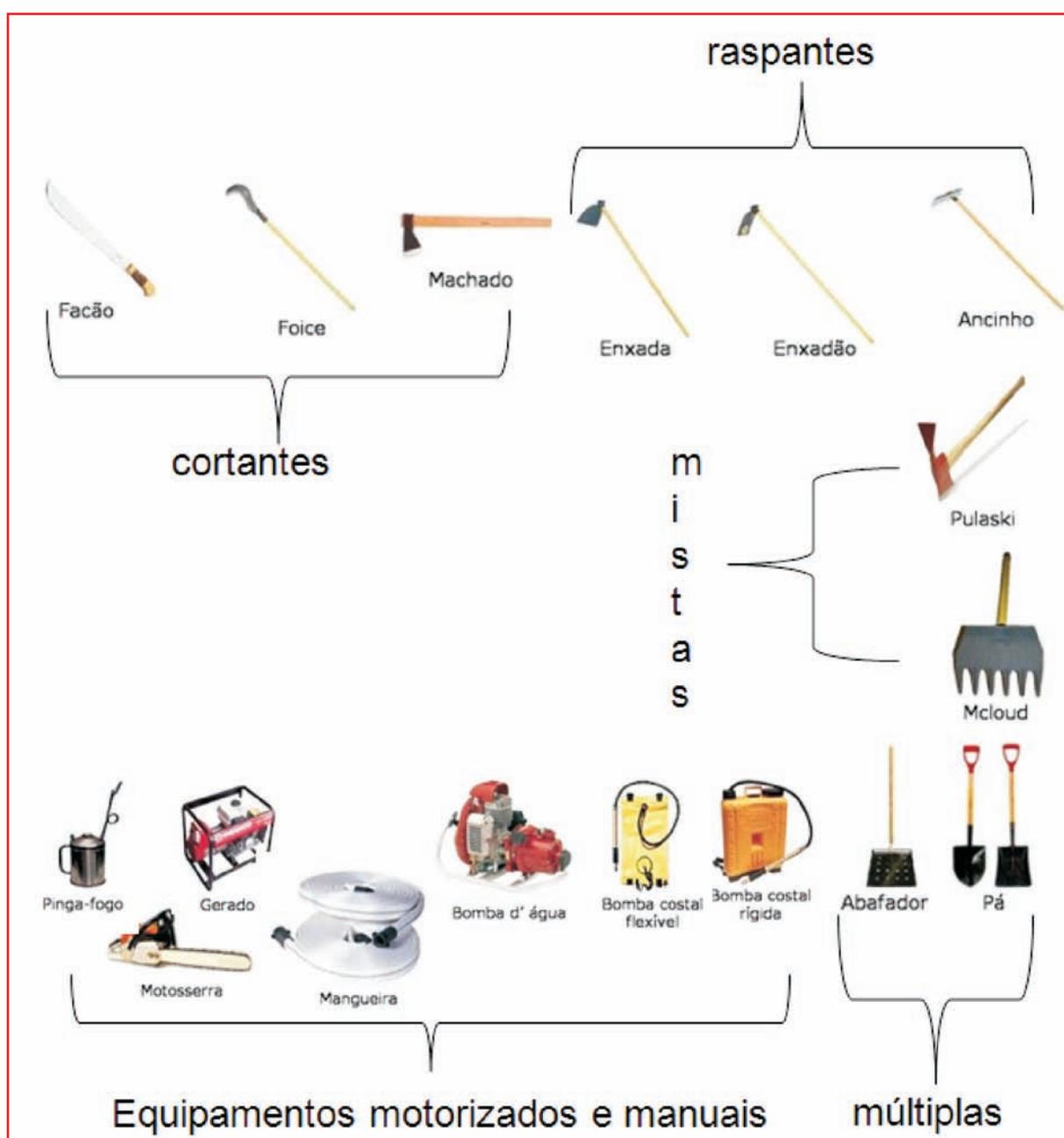
Classificação: Podemos classificar o material de combate a incêndios florestais em:

- Equipamento de proteção individual (óculos, luva, balaclava, capacete, entre outros).
- Equipamento de uso individual (Cantil, lanterna, apito, entre outros).
- Ferramentas manuais (enxada, rastelo, entre outros).
- Equipamento manual de água (bomba costal rígida e flexível).
- Equipamentos motorizados leves (motoserra, moto bomba, roçadeira, entre outros).
- Equipamentos motorizados pesados (trator, implementos agrícolas, entre outros).
- Equipamento manual de aplicação de fogo (pinga fogo).

- Equipamentos de comunicação (rádio HT, autotranc, telefone celular, entre outros).
- Equipamentos de orientação (bússola e GPS).
- Veículos de transporte e combate (aeronave, viaturas terrestres diversas).

Ferramentas e equipamentos manuais

As ferramentas e os equipamentos da brigada devem ser contabilizados, previamente e posteriormente, a todas as ações da brigada e, sempre que possível, devem ser organizados por tipo no almoxarifado, nas viaturas ou nos acampamentos, conforme o modelo a seguir, seguido internacionalmente.



11 Combate aos incêndios florestais

11.1 Princípios da extinção do fogo

Para se apagar o fogo é preciso neutralizar pelo menos um dos lados do triângulo do fogo.



Figura 26 – Esquema ilustrativo do princípio básico utilizado no controle e extinção do fogo. (Modificado de Ramos, 2004)

11.2 Fases do combate

Detecção

A ação de combate se inicia com conhecimento da existência do foco de incêndio e a pronta mobilização da brigada. O tempo entre a detecção e a chegada da brigada no foco para avaliação e primeiro ataque é denominado Tempo de Resposta da Brigada. Quanto menor esse tempo, menor será a área impactada pelo fogo.

Reconhecimento

É a fase do combate na qual:

- a) Reunimos os dados necessários do lugar afetado pelo incêndio, com o objetivo de conhecer exatamente o que está sucedendo e constatar a presença de todos aqueles fatores que afetam o comportamento do fogo e o controle da situação.
- b) Avaliamos os possíveis problemas que possam ocorrer e as facilidades locais (fontes de água, acessos rodoviários, caminhos, trilhas, etc.), em particular com relação aos valores ameaçados, como também às possibilidades de controle da propagação das diferentes frentes e às opções estratégicas e táticas ou métodos de combate possíveis de aplicar.
- c) Planificamos a ação de combate, ou seja, a modalidade definitiva de organização e uso dos recursos disponíveis e a oportunidade de aplicação para extinguir o incêndio.

Como todo processo que contemple a análise de um problema com o propósito de resolvê-lo da maneira mais eficiente possível, o reconhecimento deve levar-se a cabo cuidadosamente, em um tempo breve, mas de suficiente extensão para definir a ação a seguir. Em tal sentido, sempre é conveniente prolongar essa fase do combate alguns minutos mais, pois dessa forma se está assegurando a melhor modalidade de ataque, de acordo com as circunstâncias presentes. Quanto maior for nosso conhecimento prévio da área, mais curta será essa etapa.

Ataque inicial ou primeiro ataque

Essa fase também é conhecida com o termo “Impedir o avanço da frente principal do incêndio”, pois é a ação tomada com os recursos disponíveis para o primeiro combate ao incêndio.

Corresponde à primeira ação de combate propriamente e, nela, deve-se proceder estritamente de acordo com o definido no reconhecimento.

O normal e lógico é tratar, em primeiro lugar, de deter a frente de avanço que represente os maiores problemas (cabeça do incêndio). Essa qualificação pode ser dada pelo comportamento do fogo, no que diz respeito, principalmente, a seu modelo e velocidade de propagação, mas pode estar também determinada pelos valores que estão

sendo ameaçados. Assim, nessa fase é frequente que não seja pertinente, em primeira instância, deter a frente principal. Isso porque, dependendo do comportamento e dos valores ameaçados, pode ser conveniente iniciar as operações por outros setores, a fim de assegurar que o dano provocado pelo incêndio seja o menor possível. No desenrolar do primeiro ataque devemos estar atentos a alterações não previstas nos fatores que influenciam o comportamento do fogo para possibilitar ajustes na estratégia e tática utilizadas.

Controle

É a etapa ou a fase do combate que segue ao primeiro ataque. Consiste essencialmente, em, uma vez detida a frente principal, circunscrever todo o setor do incêndio dentro de uma linha de controle ou perímetro de segurança, com o fim de evitar a propagação para além dos limites definidos pela linha de controle.

No controle do incêndio, nem sempre é necessário construir a linha em todo o perímetro do setor afetado, porque, geralmente, existem diversas barreiras naturais (riachos, montes de rochas, etc.) ou artificiais (estradas, açudes, caminhos, aceiros) que podem ser habilmente utilizados.

A linha de controle pode ser instalada de acordo com especificações variadas, por meio de diferentes métodos e empregando recursos diversos. Tudo isso dependerá das condições do lugar, comportamento do incêndio, quantidade e preparação do pessoal e equipamentos disponíveis.

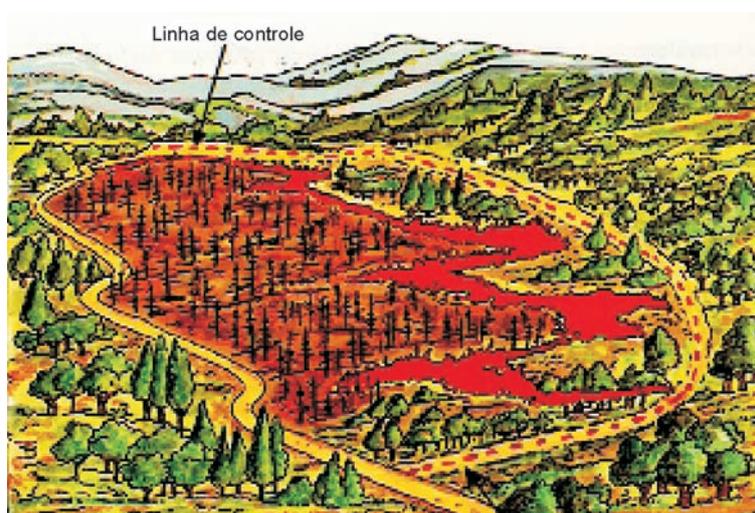


Figura 27 – Ilustração mostrando a linha de controle circundando todo o perímetro da área incendiada. Observar que a linha de controle foi construída utilizando uma barreira artificial (estrada) somada à faixa sem material combustível construída pela brigada durante o combate (linha vermelha tracejada). (Modificado de Salas, 1993)

Extinção ou rescaldo

É a eliminação dos focos ardentes que permanecem dentro do setor afetado pelo incêndio, de maneira que se possa apagar completamente as chamas ou as brasas ainda existentes e evitar que o fogo reacenda e se propague para a vegetação não queimada.

Teoricamente estabelece-se que a extinção começa após o controle; entretanto, essa tarefa pode começar antes, dependendo da disponibilidade de recursos e da localização dos focos. Com frequência é possível desenvolver simultaneamente as fases de controle e de extinção.

Às vezes não é necessário efetuar a extinção em toda a área afetada pelo incêndio. Isso dependerá essencialmente de sua extensão e da quantidade e distribuição de combustíveis não consumidos pelo fogo. Por outra parte, nos terrenos com possibilidades de propagação de incêndios subterrâneos, a exigência da extinção deve ser total.

A extinção é uma tarefa pesada, muito tediosa e que consome muito tempo (às vezes mais de 50% do total da duração do incêndio). Executa-se por meio de diversas ações específicas, como ampliar a largura da raspagem do solo mineral nas linhas de controle, estabelecendo linhas intermediárias, removendo e trasladando materiais, tapando com terra, derrubando árvores queimadas, etc. Efetua-se com ferramentas manuais e especialmente com água, nos casos em que se disponha de quantidades suficientes.

Uma receita antiga indica o apalpe com as mãos, sem as luvas, em todos os materiais suspeitos de esconder brasas em seu interior. Caso estejam quentes, é necessário removê-los, dispersá-los, soterrá-los ou aplicar água, até assegurar a definitiva extinção.

Vigilância da área queimada ou patrulhamento

Essa fase também é conhecida com o nome de patrulhamento final. Como seu nome indica, consiste na permanência no setor afetado pelo incêndio, já extinto, de uma quantidade suficiente de pessoal patrulhando, de maneira a detectar todos aqueles focos ativos que ainda existem para sufocá-los e evitar que reacendam.

Também como a extinção, é um trabalho tedioso, que pode se estender por várias horas, às vezes, mais de um dia. É a última medida de segurança considerada no controle do incêndio e deve ser especialmente cuidadosa em terrenos irregulares, em locais com grande acúmulo de combustível acamado no solo ou quando estão presentes ventos fortes afetando o setor.

Desmobilização

Muitas vezes, por se tratar do encerramento da operação, é dada pouca importância à desmobilização, o que consiste em grave erro, resultando em sérios desgastes à brigada.

Devemos ressaltar a importância de garantir o retorno de toda a equipe aos seus locais de origem, bem como a conferência, a limpeza e o recolhimento de todos os materiais e equipamentos utilizados, sem esquecer dos inservíveis e do lixo, aos quais deve ser dada destinação adequada. Também deve ser realizada a manutenção das ferramentas e dos equipamentos e as avaliações sobre as estratégias e as técnicas utilizadas, de forma que fortaleça os acertos e corrija os erros.

Nessa etapa não podemos esquecer que a brigada deve estar sempre pronta para o próximo combate, que pode, até mesmo, ser algumas horas depois.

12 Sistema de combate

O Sistema de Combate corresponde à estratégia adotada para suprimir um incêndio. Essa estratégia é definida no reconhecimento e nela se contemplam todas as ações necessárias, as oportunidades de realização e os recursos ou meios que serão utilizados.

Basicamente se diferenciam dois tipos de sistemas de combate: Sistema de Área e Sistemas Baseados na Linha de Controle.

12.1 Sistema de área

Não se baseia na instalação de uma linha de controle perimetral no setor afetado pelo incêndio, mas nos esforços estejam voltados a sufocá-lo diretamente ou aos focos existentes.

Esse sistema pode ser aplicado com êxito nos incêndios incipientes, especialmente quando o ataque se desenvolve com aviões tanques. No combate terrestre é conveniente sua aplicação quando se apresenta uma grande dispersão de pequenos focos e não se conta com tempo suficiente para instalar uma linha que encerre a todos eles.

Por sua modalidade, o sistema de área não considera a fase de controle do incêndio, pois se procede diretamente à extinção. Comparando com o primeiro ataque, essa modalidade de ação não está voltada a deter a frente principal, e sim o foco principal ou aquele que estiver ameaçando os maiores valores a serem preservados.

12.2 Sistema baseado na linha de controle

Nesse caso, cumprem-se estritamente as sete fases do combate estabelecidas anteriormente.

Pode-se aplicar o sistema mediante diversos métodos que se combinam e que dependem da posição e da distância da instalação da linha em relação à margem do incêndio.

Deve-se procurar sempre estabelecer uma faixa desprovida completamente de combustível (solo mineral aparente em largura de 0,4 até 1,00m), para facilitar o deslocamento dos combatentes e impedir a transferência de calor por condução. Porém,

dependendo do comportamento do fogo, devemos trabalhar o combustível em ambos os lados da linha para evitar a transferência de calor por convecção e radiação em uma faixa de largura variável.

Por exemplo, pode-se empregar o fogo e apagá-lo quando a faixa queimada atingir a largura desejada para a eliminação de combustíveis no lado da linha que irá queimar (queima de alargamento ou de expansão), ou em ambos os lados da linha, reduzir o volume do combustível (cortando, amassando, soterrando, etc.) ou ainda aplicar água para aumentar o período de preaquecimento dos combustíveis e diminuir os riscos de propagação do incêndio.

O material combustível leve manejado deve ser sempre disposto do lado que irá se consumir, enquanto o combustível pesado deve ser disposto no lado protegido. Em ambos os casos, devemos espalhar o material na área, evitando a formação de acúmulos locais.

a) Método direto

Nesse caso se atua diretamente na margem da frente de avanço do fogo, onde se constrói a linha de controle. O trabalho pode ser executado aplicando água, por sufocação, empurrando o material ardente para dentro, jogando terra e cortando e raspando o material vegetal.

O método direto aplica-se, geralmente, em incêndios superficiais, de lenta propagação e altura baixa das chamas, condições que permitem o trabalho dos homens na margem do fogo, ainda que o uso de água, às vezes, torne possível a proximidade do combatente quando a intensidade calórica é alta.

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

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

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



Foto: Bruno Souza

b) Método de dois pés

A linha se instala a uma pequena distância da margem do fogo (dois pés ou 60 cm, daí deriva o nome) o que favorece o melhor uso das ferramentas manuais e permite, até mesmo, o emprego de equipamentos motorizados leves em alguns casos.

A principal diferença do método direto é permitir a formação de montes de folhas e de outros materiais combustíveis leves entre a linha e a margem do fogo para que se queimem rapidamente, facilitando a extinção dos focos mais perigosos. Além disso, nesse método a radiação calórica recebida desde a margem do fogo é menos intensa, permitindo o trabalho da brigada em melhor forma, particularmente, se o combustível é empurrado até as chamas.

A linha pode ser construída mais rapidamente que no caso do método direto e reduz as possibilidades que o fogo atravesse a linha de controle. Esse método é mais indicado para incêndios de pouca intensidade e pouca velocidade de propagação, com combustíveis leves, caso contrário, o fogo pode atingir a linha de controle, com risco de atravessá-la.

c) Método paralelo

Consiste em construir a linha a uma distância variável da margem das chamas (em geral, superior a três metros) em forma paralela ao avanço, especialmente nos flancos, de maneira a ir reduzindo o comprimento da cabeça em forma de cunha. A construção da linha pode ser acompanhada com a aplicação de fogo para eliminar o material que fica intercalado com a frente do incêndio, aumentando a faixa desprovida de combustível.



Figura 28 – Esquema ilustrativo do método paralelo. (Modificado de Ramos, 2004)



Figura 29 – Foto mostrando queima de alargamento realizada para aumentar largura e eficiência da linha de controle. (Foto: Marcelo Motta)

Essa ação de uso do fogo como complemento, a fim de aumentar a largura da linha de controle, costuma ser denominada de diversas formas: Queima de Alargamento, Queima de Limpeza ou Linha Negra. O método, que alguns autores qualificam como

indireto (o que não é totalmente correto, porque não se baseia na aplicação do contrafogo) se emprega quando o comportamento do fogo apresenta chamas de grande altura na margem, o que obriga a brigada a manter uma distância prudente, ou quando a propagação de calor por convecção e radiação irá resultar na ignição do combustível a ser protegido.

As vantagens do método paralelo consistem na instalação de uma linha que pode ser efetiva no controle de incêndios que se propagam a altas velocidades, com desprendimento de muito calor. Além disso, a supervisão pode ser feita muito facilmente, a linha pode ser mais curta e é possível o uso de maquinário pesado.

As desvantagens do método paralelo resultam da determinação da distância a que se deve construir a linha desde a margem do fogo, que, às vezes, pode ser excessiva, e implicar em um custo exagerado pelo valor da floresta que pode queimar-se desnecessariamente. Por outra parte, a distância pode ser curta demais, não dando o tempo necessário para a brigada terminar a instalação da linha tempestivamente. Assim, para a correta localização da linha, é primordial que a velocidade do incêndio seja relacionada com a capacidade de trabalho da brigada em executar a abertura da linha em toda a extensão planejada. A melhor forma de atingir isso é por meio de treinamentos e de simulações de combate de forma que esses dois fatores sejam calibrados conjuntamente. Não esquecer de trabalhar sempre com alguma margem de segurança temporal.

Categorias de velocidade de propagação de incêndios florestais

Velocidade	Metros/Min	Metros/Hora	km/Hora
Lenta	0 - 2	0 - 120	0 - 0,12
Média	3 - 10	180 - 600	0,18 - 0,6
Alta	11 - 70	660 - 4.200	0,66 - 4,2
Extrema	> 70	> 4.200	> 4,2

d) Método indireto

Baseia-se na aplicação do contrafogo, que consiste em iniciar uma queima da vegetação desde a linha de controle até a margem do incêndio, aproveitando o vazio ou efeito de sucção que se origina no ambiente. O contrafogo pode ser feito a partir de caminhos, aceiros já instalados ou linhas de controle construídas no momento.

O método indireto, ao contrário dos anteriores, não é rígido na localização da linha e permite uma escolha mais ampla dos lugares em que se pode instalar ou utilizar, evitando os inconvenientes que, normalmente, apresentam-se nas seguintes situações:

- Quando o incêndio libera uma alta quantidade de calor e apresenta uma coluna de convecção de grande dinamismo.
- Quando a propagação do fogo é violenta ou muito rápida, não permitindo contar com tempo suficiente para construir linhas e aplicar alguns dos outros métodos estabelecidos anteriormente.

- Quando se requer construir uma linha excessivamente larga pela intensidade e força da emissão de fagulhas desde a frente de avanço.

A técnica é arriscada e recomendável somente para situações de emergência ou muito críticas, sempre que se disponha de pessoal devidamente capacitado na matéria e dos equipamentos necessários para apoiar a operação.

Outra das desvantagens que apresenta o contrafogo é que sua aplicação pode significar o sacrifício de uma superfície importante da vegetação. Isto deve ser considerado um mal necessário sempre que exista uma margem apropriada de que sua aplicação seja efetivamente necessária. **O contrafogo em faixas amplas de terreno pode colocar em risco de vida pessoas e animais que estejam na área. Portanto, a recomendação geral para combates em unidades de conservação é que ele seja usado somente quando a brigada estiver em risco, por exemplo, cercada pelo fogo sem rota de fuga. Caso contrário utilizem apenas com ordem expressa da chefia da unidade de conservação ou de pessoa delegada por ele.**



Figura 30 – Foto mostrando início do contrafogo. Observar faixa do terreno desprovida de combustível – linha de controle – com largura suficiente para impedir que o fogo a ultrapasse quando do encontro das duas frentes de fogo. (Foto: Acervo ICMBio).

12.3 Métodos de construção de linhas de fogo

Do ponto de vista da organização da brigada, distinguem-se dois métodos básicos de construção de linhas de fogo: o método por rotação e o método progressivo. Esse último apresenta duas variantes: funcional e golpe único.

a) Método por rotação:

Também é conhecido pelos termos de “avanço alternativo” ou “esquadrão” (“man - passing - man ou squad”).

Baseia-se na execução de duas operações simultâneas: roçar e raspar, que se localizam em diferentes seções na direção de avanço da linha. Em cada seção localizam-se os respectivos esquadrões de combatentes (quatro a seis homens cada

uma) equipados das suas respectivas ferramentas; roçada (ferramentas cortantes) e raspagem (ferramentas raspantes).

O trabalho começa com a operação do esquadrão de roçada, colocando-se os homens na linha, separados a uma distância de três a quatro metros, os quais iniciam o trabalho em forma simultânea. A velocidade de avanço da operação e a posição dos homens vão depender da capacidade de cada um deles. O primeiro que termine de roçar é deslocado para ser colocado na cabeça da linha, e os outros homens vão fazendo o mesmo procedimento, à medida que vão completando sua tarefa no trajeto designado. A largura da faixa de roçada varia entre dois e três metros.

Quando já foi roçado um trecho de linha de suficiente comprimento, começa a operar o esquadrão de raspagem, no qual os homens limpam uma parte até o solo mineral de uns 30 cm de largura, ordenam-se e vão mudando de posição seguindo o mesmo procedimento do esquadrão de roçada.

O método é denominado de rotação porque justamente os componentes de cada esquadrão vão fazendo deslocamentos de acordo com os quais ocupam sempre a primeira posição da linha. A única pessoa que não participa da rotação é o chefe da brigada, que se encarrega de localizar a linha e supervisionar o trabalho dos combatentes.

Esse método possui a vantagem de ser flexível porque não requer pessoal uniforme quanto ao rendimento do trabalho e, por isso, não exige um treinamento intenso em uso de equipamento. Por outra parte, cria-se uma espécie de competição entre os combatentes que os incentiva a desenvolver sua tarefa de forma mais rápida.

Entretanto, apresenta alguns inconvenientes: a permanente rotação dos homens aumenta o risco de acidentes e perde-se tempo em suas constantes mudanças de posições. Além disso, frequentemente, o esquadrão de roçada é mais rápido do que o de raspagem, ocasionando tempos de espera não recomendáveis para o primeiro esquadrão ou, ainda, a indesejável dispersão dos combatentes na área, dificultando o controle e a orientação dos trabalhos. Apesar do método de rotação não ser muito utilizado em combate, pode vir a ser de grande valia em atividades de prevenção (abertura de aceiros).

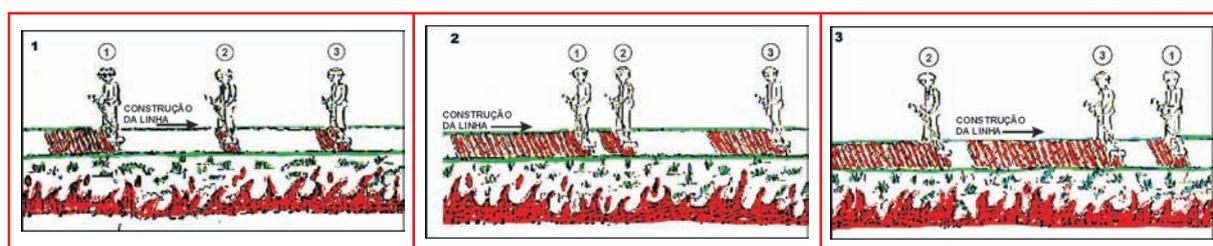


Figura 31 – Esquema ilustrando método de abertura de linha de controle por rotação. (Modificado de Ramos, 2004)

b) Método progressivo funcional

Os métodos progressivos caracterizam-se pela permanência de todos os homens da brigada em suas posições relativas na construção da linha.

No método funcional, o avanço dos homens é simultâneo e aproximadamente a uma mesma velocidade. Seu deslocamento realiza-se de tal forma que cada um vai efetuando uma parte do trabalho, até que a linha fique totalmente feita.

Como o trabalho na linha apresenta diferentes tarefas, as ferramentas que empregam os combatentes são variáveis. Estritamente, não existe uma regra a respeito dos tipos de ferramentas a utilizar na construção da linha porque depende das características do terreno e da vegetação, da quantidade de componentes da brigada e dos meios disponíveis. Mas, geralmente, a sequência de funções é a seguinte:

- Localização da linha (marcação) – ferramentas cortantes.
- Roçado do combustível aéreo e superficial – ferramentas cortantes.
- Corte e raspagem do combustível, superficial e subterrâneo – ferramentas raspantes, mistas e múltiplas.
- Derrubada de árvores próximas à linha – motosserra e machado.
- Queima de alargamento, dependendo do método de combate empregado – pinga fogo.
- Apoio e vigilância da linha, baseados, principalmente, na aplicação de água – bombas costais.

O método progressivo funcional tem alcançado uma aceitação universal. Na prática, é o que se emprega em grande parte dos países pelas vantagens que apresenta, que são, principalmente, seu alto rendimento, baixo risco para os combatentes e sua adaptação a todo tipo de terreno e condição da vegetação.

Não obstante, sua eficiência somente pode ser alcançada por pessoal com uma preparação e capacidade homogênea e com um alto treinamento para o trabalho em equipe.



Figura 32 – Esquema ilustrando abertura de linha de controle pelo método progressivo funcional. (Modificado de Ramos, 2004)

c) Método progressivo golpe único.

Essa variante se baseia no fato de que somente um homem pode, com dez golpes de uma ferramenta raspante, construir adequadamente uma linha de dois metros de comprimento. Então o método consiste em dispor dez homens, cada um dos quais dá um golpe e avança dois passos (dois metros) e torna a dar outro golpe, e assim sucessivamente. Dessa forma, o que está localizado na décima posição, com cada golpe seu está completando a raspagem nos respectivos trechos de dois metros.

O método se caracteriza por um alto rendimento. Frequentemente o avanço na construção da linha é mais rápido do que o do método progressivo funcional.

Entretanto, apresenta algumas desvantagens: serve somente para linhas que requerem exclusivamente raspagem (vegetação de combustíveis leves); o movimento dos homens deve ser simultâneo, o que implica um rendimento similar e uma alta preparação para o trabalho em equipe. Assim, em geral, dispomos aos combatentes enxadas e rastelos para execução da abertura da linha, que poderá ser finalizada com a aplicação de uma queima de alargamento.



Figura 33 – Foto A – Abertura de linha de controle pelo método do golpe único. Foto B – detalhe mostrando a linha de controle aberta pelo golpe único. (Fotos: Marcelo Motta)

12.4 Aceiros ou linhas de defesa

Os aceiros se definem como barreiras naturais ou construídas, limpas de vegetação, parcial ou completamente, de uma largura variável (em geral, de 5 a 20 metros), instaladas previamente ao incêndio. Além disso, ele pode ser produzido para auxiliar a ação de combate (acesso, ponto de ancoragem, etc.). **Portanto, a abertura de aceiros é uma atividade de prevenção.**

De outro modo, as linhas de defesa, são faixas desprovidas de vegetação, com uma raspagem dos materiais até o solo mineral, de uma largura de 0,40 a 1,00 m, e que se constroem ou instalam durante o combate, com a aplicação dos métodos descritos nos pontos anteriores.

Deve-se assinalar que ambas se baseiam na remoção do combustível, isto é, na quebra de continuidades da vegetação. Dependendo das circunstâncias e meios disponíveis, as linhas também podem instalar-se com base na aplicação de água, produtos químicos ou simplesmente cobrindo o terreno com terra. **Portanto, a abertura de linhas de defesa é uma atividade de combate.**

Outro conceito importante é a “linha de controle”, que seria a faixa de segurança do terreno desprovida de vegetação, de largura variável, que circunda todo o perímetro do incêndio, podendo ser formada por linha de fogo, mais barreiras naturais ou artificiais e aceiros.

Características da linha de defesa

- a) A remoção da vegetação deve-se fazer estritamente até o solo mineral, qualquer que seja a profundidade do material orgânico existente. Isso é necessário, particularmente, ante a possibilidade de propagação de incêndio subterrâneo.
- b) A quebra da continuidade da vegetação não deve ser somente no nível do solo, como também em todo o plano vertical sobre a linha. Logo, deve-se evitar a continuidade superficial e aérea, o que pode tornar necessário derrubar as árvores situadas próximas à linha, executar uma poda de ramos, soterrar o combustível, amassar a vegetação para reduzir sua relação superfície–volume, umedecer a vegetação, etc.
- c) Em terrenos com declive, é necessária a instalação de uma barreira ou camaleão na superfície inferior da linha a fim de evitar a rotação de materiais em brasa.
- d) A linha deve ser a mais curta possível evitando os ângulos agudos ou torcidos. Esse último, afeta o rendimento do trabalho e pode, em alguns casos, aumentar os efeitos de convecção e radiação sobre a área defendida.
- e) Na construção da linha, o material vegetal fino extraído, deve ser lançado até o lado da frente do incêndio, a fim de evitar que alguma fagulha provoque sua ignição. Da mesma forma, o material grosso ou pesado, deve ser depositado ao lado contrário, em razão da intensidade de calor que pode ser liberado caso ele se incendeie. Em ambos os casos, devemos dispor o combustível de forma a não formar acúmulos muito grandes.

12.4 Como incêndios florestais podem ultrapassar a linha de defesa

As chamas ou o calor alcançam o lado oposto da linha

Por isso, devemos estar atentos e verificar se a intensidade calórica liberada pela convecção e radiação é suficiente para gerar a ignição na vegetação a ser protegida. Se for, devemos ampliar sua largura utilizando as técnicas descritas acima, quando esta foi construída de forma estreita ou não foi desobstruída acima. Devemos evitar sempre a construção de túneis de vegetação pela ausência de quebra de continuidade vertical, pois eles apresentam elevadas chances de propagação do incêndio, além de representarem riscos para a brigada (ambiente de fácil ignição, enfumaçado e de reduzida visibilidade).

Fagulhas e brasas ultrapassam a linha de fogo

Por isso, ao longo de todo o combate, devemos estar sempre atentos ao vento (direção, estabilidade, sentido, etc.), ao dinamismo da coluna de convecção e à presença de redemoinhos de fogo, de forma que sejam aplicadas técnicas adicionais para eliminação dos focos satélites, ou alterar a estratégia de combate tempestivamente.

Através do solo

O fogo subterrâneo que ocorre em solos de turfa ou áreas com grande acúmulo de material vegetal morto pode ultrapassar a linha por meio da condução de calor no combustível, portanto devemos abrir as trincheiras até o solo mineral e, adicionalmente, inundá-las com o uso de moto bombas. Similarmente, quando temos a presença de árvores mortas, próximas à linha de controle, devemos escavar o solo a procura de raízes podres que podem atuar com pavio e permitir a propagação do incêndio. Os incêndios subterrâneos podem vir a se tornar outros tipos (superficial e de copas) conforme o avanço do fogo encontra outros tipos de combustível no seu caminho.

13 Atribuições dos componentes da brigada

13.1 Responsabilidades do gerente do fogo

- Comandar a brigada nos aspectos operacionais e logísticos.
- Comandar as operações de combate.
- Cuidar para que o pessoal esteja em boas condições físicas.
- Fazer cumprir as normas de segurança e de procedimentos operacionais.
- Supervisionar a capacitação e treinamento do pessoal.
- Manter organizada a informação estatística e administrativa da brigada.

13.2 Responsabilidades dos chefes de esquadrão

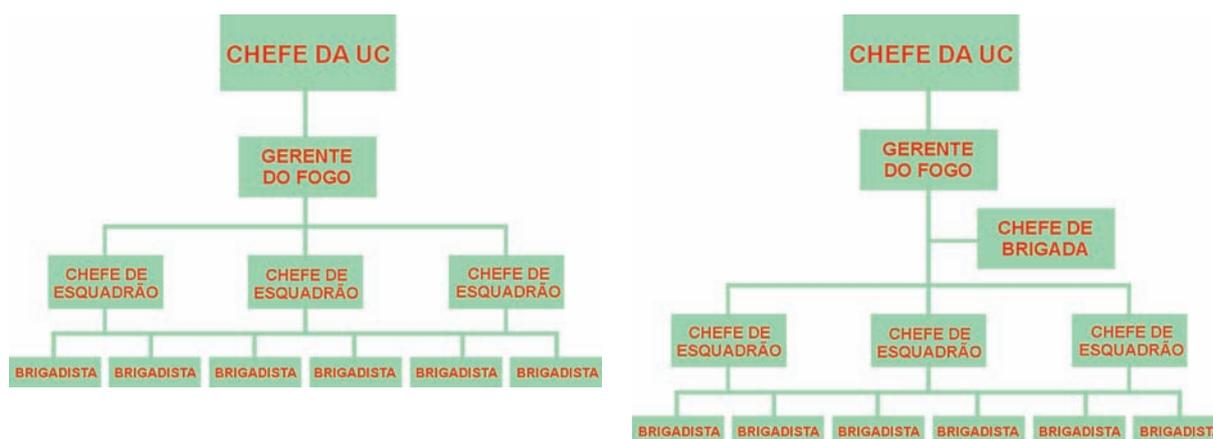
- Controlar e supervisionar o esquadrão durante as operações de combate, garantindo a segurança nas técnicas ordenadas.
- Determinação das rotas de fuga e zona de segurança.
- Informação ao chefe da brigada sobre qualquer mudança brusca em relação ao incêndio, material combustível e direção do vento, bem como sobre qualquer alteração quanto aos combatentes e materiais.
- Observar mudanças em condições climáticas, topográficas e intensidade do fogo, mantendo os componentes da brigada informados.
- Estar em constante comunicação, via rádio, com os envolvidos no combate.
- Motivar o grupo, sempre.
- Estabelecer as atividades ao esquadrão dentro da brigada e controlar que essas se cumpram.
- Substituir o chefe de brigada na ausência deste.

- Capacitar e treinar o pessoal sob seu comando.
- Colaborar com o chefe de brigada em todas as atividades que ele lhe delegue.
- Manter informado, o chefe de brigada, sobre o estado do seu pessoal, equipamento e implementos a seu cargo, como também em relação à disciplina e ao rendimento do esquadrão.

13.3 Responsabilidades dos brigadistas

- Execução dos trabalhos com quantidade e qualidade.
- Segurança própria e de seus companheiros.
- Desempenho somente das funções a ele atribuídas.
- Certificar-se da extinção do incêndio e da eliminação de focos secundários de incêndio.

Observação: Ninguém deverá, em qualquer momento, afastar-se do grupo sem dar conhecimento ao seu chefe de esquadrão, mesmo que for por determinação direta do chefe da unidade (gerente) ou outro superior. **Toda solicitação que qualquer brigadista receber, fora de sua cadeia direta de comando, deverá ser previamente comunicada ao chefe de esquadrão, que, por sua vez, comunicará aos respectivos superiores. O comando em operações de combate é função única, e o respeito à hierarquia de responsabilidades estabelecida é primordial para a segurança, eficiência e eficácia das ações.**



14 Montagem de acampamento

A Brigada de Combate a Incêndio Florestal, quando acampada em ambiente florestal, necessita de algum conforto, de condições psicológicas favoráveis e de proteção contra o meio adverso. A brigada necessita de um abrigo eficiente, organizado, limpo e de bom aspecto, com abastecimento de água, alimentação e suporte básico em socorro de urgência.

As operações no ambiente florestal podem ser sinteticamente conceituadas como sendo o emprego da inteligência, do vigor físico e da adaptabilidade do combatente ao ambiente. O combate aos incêndios florestais, mais do que qualquer outro, exige combatentes com ótimas condições físicas e psicológicas, de sorte a poderem suportar, com o mínimo de desgaste e manutenção da calma, o árduo combate ao fogo e, assim, apresentar um rendimento máximo e seguro nas ações. A melhor forma de se conseguir esse rendimento é a montagem de acampamento em um bom local, sempre que possível:

Local

- Próximo a curso d'água e/ou água potável.
- Acerado.
- Longe de material combustível pesados.
- Lugar alto.
- Ligeiramente inclinado.
- Relativamente limpo.
- Afastado de brejos.

Acampamento

O acampamento propriamente dito deve ser dividido em setores e/ou áreas.

- Dormitório.
- Cozinha.

- Banheiros.
- Banho.
- Comunicação.
- Atendimento médico.
- Coleta d'água.
- Material de combate.
- Viaturas.

15 Normas de segurança

A segurança da brigada é ponto central para o sucesso das operações de combate aos incêndios florestais. O primeiro princípio básico é a obediência à estrutura hierárquica estabelecida que deverá ser conhecida e respeitada por todos. O segundo é a certeza da compreensão e o cumprimento das estratégias e táticas de combate definidas. Obedecer a esses dois princípios básicos é o primeiro passo para garantir a segurança nas operações de combate. Além disso, durante o período de contratação, o brigadista deverá participar de treinamentos periódicos, zelar pelo uso e boas condições das ferramentas, equipamento e do Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e pela manutenção do preparo físico. O acúmulo de experiências locais nos combates pode, e deve, traduzir-se na criação de normas de segurança específicas. Porém, existem algumas normas que se aplicam independentemente do local.

Dez normas de segurança gerais

- 1 – Manter-se informado sobre as condições de clima e de previsões meteorológicas.
- 2 – Manter-se sempre informado do comportamento do incêndio, observar pessoalmente ou empregar um assistente capacitado.
- 3 – Basear qualquer ação contra o incêndio segundo o comportamento atual dele.
- 4 – Manter rotas de escape para todo o pessoal e fazê-lo conhecê-las.
- 5 – Manter um posto de observação quando houver a possibilidade de perigo.
- 6 – Manter-se alerta e calmo, pensar claramente e atuar com decisão e energia.
- 7 – Manter comunicação com o pessoal, chefes e forças de apoio.
- 8 – Dar instruções claras e estar certo de que essas foram entendidas.
- 9 – Manter controle do pessoal todo o tempo, por exemplo, comando de enumerar.
- 10 – Combater o fogo com agressividade, porém, manter a calma acima de tudo, por exemplo, a manutenção da distância de segurança nos deslocamentos e na abertura de linha.

Treze situações de risco

- 1 – Quando se constrói uma linha de fogo encosta abaixo até o incêndio.
- 2 – Quando se combate o incêndio em uma encosta onde material rodante pode iniciar focos secundários encosta abaixo, ou pedras rolam com facilidade.
- 3 – O vento começa a soprar, aumenta em velocidade ou muda de direção.
- 4 – O tempo se torna mais quente e seco, o que costuma ocorrer diariamente no meio da tarde.
- 5 – Encontrar-se em linha de fogo com combustíveis pesados, secos e não queimados entre você e o incêndio.
- 6 – Achar-se em uma posição onde a topografia dificulte a caminhada.
- 7 – Estar em terreno desconhecido.
- 8 – Estar em uma área onde os combatentes não conhecem os fatores locais que influenciam o comportamento do incêndio.
- 9 – Tentar um ataque à frente do incêndio com caminhão pipa.
- 10– Focos secundários frequentes surgem na área defendida pela linha de fogo.
- 11– Não se pode ver o incêndio principal, nem há comunicação direta com pessoas que possam vê-lo.
- 12– Não entender claramente as instruções, sua tarefa ou cargo.
- 13– Ficar sonolento, com vontade de cochilar, fora do seu horário e local de descanso, principalmente, próximo à linha de fogo.

15.1 Operação com o emprego do helicóptero

- 1 – Os brigadistas deverão reunir-se fora da área de pouso e decolagem.
- 2 – Bonés, óculos, luvas, perucas, etc. deverão estar presos ao corpo.
- 3 – Coloque o cinto de segurança.
- 4 – Quando sair do helicóptero deixe seu cinto afivelado (fechado).
- 5 – Somente desça do helicóptero após receber permissão da tripulação.
- 6 – Caso sinta mal-estar durante o vôo avise, imediatamente, ao piloto.
- 7 – O local onde o helicóptero for pousar deve ser amplo e sem obstáculos que atrapalhe o pouso.
- 8 – Abertura de clareira deve ter pelo menos 20 (vinte) metros de diâmetro.
- 9 – Crianças e animais devem ser afastados do local de pouso e decolagem.

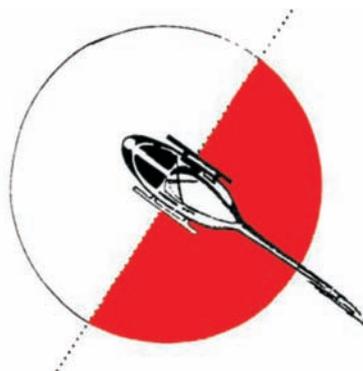
- 10– Qualquer anormalidade no vôo se mantenha calmo, coloque a cabeça entre os joelhos e os envolva com os braços, somente desembarque após autorização.
- 11– Amarre as ferramentas de cabos em maços (feixos) com câmara de ar, corda ou arame liso.
- 12– O primeiro brigadista conduzirá as ferramentas amarradas e as entregará ao tripulante.
- 13– Primeiramente, as ferramentas serão colocadas no piso do helicóptero pelo tripulante com a parte mais pesada voltada para a porta que estiver fechada; e, logo após, os brigadistas embarcarão.
- 14– O embarque e desembarque no pairado (sem que o helicóptero esteja totalmente no solo) os brigadistas deverão fazê-lo sem solavancos. O primeiro brigadista será o responsável por auxiliar o tripulante.
- 15– Atenção nas instruções dadas pelos tripulantes do helicóptero.
- 16– Nunca puxe o cinto do piloto.
- 17– Não toque no conjunto de manetes.
- 18– No caso de lançamento de água pela aeronave:
 - a) Retire a brigada da área de lançamento, aguardando em sentido perpendicular a ele.
 - b) Se não houver condições de retirada:
 - i) Deitar no solo de barriga para baixo, não retirar o capacete, agarrar-se a alguma coisa (raízes, rochas, etc.), e posicionar as ferramentas e equipamentos em posição inferior em relação a sua (ladeira abaixo) para evitar que a água os jogue para cima de você;
 - ii) Jamais se posicione na beira de barrancos ou precipícios.

Fatores de segurança a serem observados pelo pessoal de terra

- 1 – Mantenha-se afastado no mínimo a 20 metros do helicóptero, quando ele estiver próximo ao solo. Procure ficar agachado para maior proteção.



- 2 – Aproximar-se somente pela frente do helicóptero para que o piloto tenha sua visualização. Jamais se aproxime do rotor de cauda.



- 3 – Em terrenos inclinados, aproxime-se sempre pelo nível mais baixo.



- 4 – Não olhe para o helicóptero quando ele está prestes a levantar vôo. Use proteção para vistas, pois objetos podem ser lançados em razão do deslocamento de ar ocasionado pelo movimento do rotor.



- 5 – Ao aproximar-se do helicóptero com equipamentos e ferramentas, mantê-los próximo ao solo e segurá-los firmemente.



- 6 – Somente pessoal qualificado deve colocar cargas e pessoas no helicóptero. Seguir as orientações do comandante da aeronave.
- 7 – Procure sempre indicar a direção do vento ao piloto.
- 8 – Mantenha entulhos, material cortado nos incêndios florestais e qualquer tipo de objeto no mínimo a 30 metros da área de manobra dos helicópteros.



- 9 – Não descarregue nem lance nenhum material ou equipamento do helicóptero, enquanto ele não estiver estabilizado no solo.



- 10 – Em caso de acidente com a aeronave, após a retirada dos tripulantes e guarnição mantenha distância e procure isolar a área.



16 Gestão da informação

O registro de informações sobre os combates é fundamental para a avaliação das estratégias e táticas utilizadas e para a correção de possíveis problemas ocorridos durante os incêndios florestais. Atualmente, existem alguns mecanismos de gestão da informação que facilitam esse processo.

O Relatório de Ocorrência de Incêndio – ROI (ver Anexo I) é o ponto de partida para adquirir e armazenar informações básicas sobre os incêndios. Seu preenchimento é obrigatório sob a responsabilidade do gerente do fogo. No entanto, o gerente do fogo pode delegar o registro de algumas informações do ROI que podem ser realizadas em campo (chefe da brigada, chefe de esquadrão ou brigadista). Por exemplo, é importante registrar os horários de início e término das diferentes fases do combate, dos recursos materiais e humanos utilizados e das condições meteorológicas. Uma vez determinado o responsável pelo registro, ele deve escrever em papel, de preferência em caderno de capa dura, para evitar perda de informações, especialmente em situações de estresse, como nos incêndios florestais.

Atualmente, está disponível para registro do ROI o SisFogo, Sistema Nacional de Informações sobre Fogo, que é um sistema do Prevfogo/IBAMA em que é permitido consultar bancos de dados geográficos com informações do ICMBio e do IBAMA. Ele permite cruzar informações e gerar relatórios sobre controle de material, registro de ocorrência de incêndio e do relatório das atividades desenvolvidas pelas brigadas nas unidades de conservação. Estas informações são indispensáveis para elaboração do Plano Operativo da UC.

O Plano Operativo Anual de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais tem como propósito definir, objetivamente, estratégias e medidas eficientes aplicáveis anualmente e que minimizem o risco de ocorrência de incêndios e seus impactos em uma unidade de conservação. Ele deve ser atualizado anualmente e contemplar tanto as estruturas existente nas unidades de conservação como as que são necessárias para a melhoria da prevenção e do combate aos incêndios em unidades de conservação.

17 Recuperação de área degradada pelo fogo

Caso a brigada não consiga prevenir os incêndios florestais, há que combatê-los da forma mais eficiente possível, ou seja, i) com o menor tempo de resposta; ii) priorizando as áreas de máxima biodiversidade; iii) protegendo especialmente o habitat de espécies raras e ameaçadas de extinção.

É preciso avaliar o custo ambiental de cada técnica de combate, optando sempre pela de mais baixo custo ambiental.

Por fim, é dever da brigada ajudar a reparar os danos do incêndio que ela não foi capaz de evitar. Como cada incêndio é único, tem peculiaridades próprias, cabe à equipe técnica e à chefia da unidade de conservação, com base no plano de manejo e no estrago causado pelo fogo, elaborar um plano para recuperação da área afetada. Geralmente, dentre as ações previstas, estão o plantio de mudas de espécies nativas. Recomenda-se a abertura de covas de pelo menos 40 centímetros de largura por 40 centímetros de comprimento por 40 centímetros de profundidade. A camada superior do solo deve ser depositada no fundo da cova. Recomenda-se ainda o uso de cobertura morta, usando serrapilheira da própria UC.

Não havendo disponibilidade de mudas pode-se efetuar o plantio de sementes. Deve-se verificar o grau de germinação das sementes evitando-se o plantio daquelas consideradas velhas ou com sintomas de ataque de insetos, fungos e bactérias. Evite-se ainda enterrar as sementes muito fundo o que ocasiona baixos níveis de germinação.

Convém atentar para o espaçamento entre plantas. Para isso basta atentar para a fitossociologia do ecossistema afetado.

18 Legislação aplicada ao tema fogo

Neste item, citaremos a legislação federal relacionada ao assunto fogo. Entretanto, informamos que essa legislação é dinâmica e requer atualização constante.

18.1 Constituição Federal de 1988 – (Art. 225)

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

18.2 Código Florestal – Lei 4.771/65

Art. 27. É proibido o uso de fogo nas florestas e demais formas de vegetação.

Parágrafo único. Se peculiaridades locais ou regionais justificarem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, a permissão será estabelecida em ato do Poder Público, circunscrevendo as áreas e estabelecendo normas de precaução.

18.3 Código Penal Brasileiro: dos Crimes de Perigo Comum

Art. 250: Causar incêndio, expondo a perigo a vida, a integridade física ou ao patrimônio de outrem.

Pena: reclusão de três a seis anos, e multa.

18.4 Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6.938/81

Essa lei trata da preservação, da melhoria e da recuperação do meio ambiente; da reparação dos danos causados ao meio ambiente e responsabilização civil e criminal. Essa lei introduziu na esfera da legislação ambiental brasileira a aplicação da Teoria da Responsabilidade Objetiva.

Isso permite que se estabeleça a responsabilidade do infrator por meio do estabelecimento entre a causa e o efeito (nexo de causalidade), isto é, entre sua conduta e o dano ambiental. Portanto, independentemente da capacidade do poder público de estabelecer a sua culpa ou não no ato, ou mesmo do dano ter sido causado por negligência, imperícia ou imprudência do infrator, ele poderá ser responsabilizado pelo dano causado.

Outras consequências dessa teoria são: i) se houve dano ambiental não importa se a atividade é lícita ou não para a configuração da responsabilidade civil pelo dano ambiental; ii) no caso de ação civil pública, há a inversão do ônus da prova ao infrator, é ele que tem de provar sua inocência no caso; e iii) a solidariedade passiva dos infratores que atribui a qualquer um dos – e todos os – infratores a responsabilidade pelo dano ambiental.

Exemplo: incêndio se origina nas vizinhanças de uma unidade de conservação, em uma área em que se desconhece o proprietário, e alastra-se para o seu interior. Qualquer pessoa que venha a dar uso naquela área poderá ser responsabilizada pelo incêndio. No caso em que se conhece o proprietário, e mesmo que a queima estivesse devidamente autorizada, ele deverá ser responsabilizado e, quando for o caso, responderá pelo dano conjuntamente com que está dando uso à área.

18.5 Lei 9.605/98: Lei dos Crimes Ambientais

Art. 41: Provocar incêndio em mata ou floresta:

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

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

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

Pena: detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

18.6 Decreto 6.514/08 (Decreto 6.686/08): Regulamenta as infrações e sanções ambientais administrativas ao meio ambiente

Art. 43. Destruir ou danificar florestas ou demais formas de vegetação natural ou utilizá-las com infringência das normas de proteção em área considerada de preservação permanente, sem autorização do órgão competente, quando exigível, ou em desacordo com a obtida:

Multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) a R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais), por hectare ou fração.

Art. 46. Transformar madeira oriunda de floresta ou demais formas de vegetação nativa em carvão, para fins industriais, energéticos ou para qualquer outra exploração, econômica ou não, sem licença ou em desacordo com as determinações legais:

Multa de R\$ 500,00 (quinhentos reais), por metro cúbico de carvão-mdc.

Art. 48. Impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas ou demais formas de vegetação nativa em unidades de conservação ou outras áreas especialmente protegidas, quando couber, área de preservação permanente, reserva legal ou demais locais cuja regeneração tenha sido indicada pela autoridade ambiental competente:

Multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), por hectare ou fração.

Parágrafo único. O disposto no caput não se aplica para o uso permitido das áreas de preservação permanente.

Art. 49. Destruir ou danificar florestas ou qualquer tipo de vegetação nativa, objeto de especial preservação, não passíveis de autorização para exploração ou supressão:

Multa de R\$ 6.000,00 (seis mil reais) por hectare ou fração.

Parágrafo único. A multa será acrescida de R\$ 1.000,00 (mil reais) por hectare ou fração quando a situação prevista no caput se der em detrimento de vegetação primária ou secundária no estágio avançado ou médio de regeneração do bioma Mata Atlântica.

Art. 50. Destruir ou danificar florestas ou qualquer tipo de vegetação nativa ou de espécies nativas plantadas, objeto de especial preservação, sem autorização ou licença da autoridade ambiental competente:

Multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) por hectare ou fração.

§1º A multa será acrescida de R\$ 500,00 (quinhentos reais) por hectare ou fração quando a situação prevista no caput se der em detrimento de vegetação secundária no estágio inicial de regeneração do bioma Mata Atlântica.

§2º Para os fins dispostos no art. 49 e no caput deste artigo, são consideradas de especial preservação as florestas e demais formas de vegetação nativa que tenham regime jurídico próprio e especial de conservação ou preservação definido pela legislação.

- Exemplo: Mata Atlântica (Lei 11.428/06; Decreto 6.660/08)

Art. 58. Fazer uso de fogo em áreas agropastoris sem autorização do órgão competente ou em desacordo com a obtida:

Multa de R\$ 1.000,00 (mil reais), por hectare ou fração.

Art. 59. Fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação, em áreas urbanas ou qualquer tipo de assentamento humano:

Multa de R\$ 1.000,00 (mil reais) a R\$ 10.000,00 (dez mil reais), por unidade.

Art. 60. As sanções administrativas previstas nesta Subseção serão aumentadas pela metade quando:

I – ressalvados os casos previstos nos arts. 46 e 58, a infração for consumada mediante uso de fogo ou provocação de incêndio; e

II – a vegetação destruída, danificada, utilizada ou explorada contiver espécies ameaçadas de extinção, constantes de lista oficial.

Art. 93. As infrações previstas neste Decreto, exceto as dispostas nesta Subseção (VI), quando forem cometidas ou afetarem unidade de conservação ou sua zona de amortecimento, terão os valores de suas respectivas multas aplicadas em dobro, ressalvados os casos em que a determinação de aumento do valor da multa seja superior a este.

18.7 Decreto 2.661/98 (Decreto 3.010/99): Disciplina o uso do fogo

Regulamenta o Art. 27 da Lei 4.771/65 (Código Florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências. De especial interesse é o Art. 1º onde se estabelecem as áreas onde o uso do fogo é proibido.

Art. 1º – É vedado o emprego do fogo:

I – nas florestas e demais formas de vegetação;

II – para queima pura e simples, assim entendida aquela não carbonizável, de

a) aparas de madeira e resíduos florestais produzidos por serrarias e madeireiras, como forma de descarte desses materiais;

b) material lenhoso, quando seu aproveitamento for economicamente viável;

III – numa faixa de:

a) quinze metros dos limites das faixas de segurança das linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica;

b) cem metros ao redor da área de domínio de subestação de energia elétrica;

c) vinte e cinco metros ao redor da área de domínio de estações de telecomunicações;

d) cinquenta metros a partir de aceiro, que deve ser preparado, mantido limpo e não cultivado, de dez metros de largura ao redor das unidades de conservação;

e) quinze metros de cada lado de rodovias estaduais e federais e de ferrovias, medidos a partir da faixa de domínio;

IV – no limite da linha que simultaneamente corresponda:

a) à área definida pela circunferência de raio igual a seis mil metros, tendo como ponto de referência o centro geométrico da pista de pouso e decolagem de aeródromos públicos;

b) à área cuja linha perimetral é definida a partir da linha que delimita a área patrimonial de aeródromo público, dela distanciando no mínimo dois mil metros, externamente, em qualquer de seus pontos.

§ 1º Quando se tratar de aeródromos públicos que operem somente nas condições visuais diurnas (VFR)⁷ e a queima se realizar no período noturno compreendido entre o pôr e o nascer do Sol, será observado apenas o limite de que trata a alínea “b” do inciso IV.

§ 2º Quando se tratar de aeródromos privados, que operem apenas nas condições visuais diurnas (VFR) e a queima se realizar no período noturno, compreendido entre o pôr e o nascer do Sol, o limite de que trata a alínea “b” do inciso IV será reduzido para mil metros.

§ 3º Após 9 de julho de 2003, fica proibido o uso do fogo, mesmo sob a forma de queima controlada, para queima de vegetação contida numa faixa de mil metros de aglomerado urbano de qualquer porte, delimitado a partir do seu centro urbanizado, ou de quinhentos metros a partir do seu perímetro urbano, se superior.” (NR)

18.8 Portaria Ibama 94/98: Regulamenta a queima controlada

Art. 1º Fica instituída a queima controlada, como fator de produção e manejo em áreas de atividades agrícolas, pastoris, ou florestais, assim como com finalidade de pesquisa científica e tecnológica, a ser executada em áreas com limites físicos pré-estabelecidos.

Art. 5º Fica instituída a queima solidária, realizada como fator de produção, em regime de agricultura familiar, em atividades agrícolas, pastoris ou florestais.

⁷ VFR – Sigla em inglês – *visual flight rules* – Regras de Voo Visual, é o conjunto de procedimentos e regras utilizados na operação de aeronaves quando as condições atmosféricas permitem ao piloto controlar visualmente.

18.9 Portaria MMA 345/99: Estabelece os procedimentos para autorização de queima controlada durante a colheita da cana-de-açúcar

18.10 Legislações estaduais aplicada ao fogo

Além da legislação federal, devemos considerar a existência ou não de legislação estadual que dispõe sobre o assunto. É importante que o gerente de fogo da unidade de conservação pesquise se existe legislação estadual e/ou municipal no estado(s) e ou município(s) em que a unidade está inserida.

Como exemplos, podemos citar a Lei 2.049/92 do Estado do Rio de Janeiro, que dispõe sobre a proibição de queimadas de vegetação no estado; as Leis 10.547/00 e 11.241/02 do Estado de São Paulo, que dispõe sobre os procedimentos para emprego do fogo no estado e sobre a eliminação gradativa da queima de palha da cana-de-açúcar, respectivamente. Igualmente, informamos que a legislação é dinâmica e requer atualização constante.

19 Glossário

ACEIROS: Faixa de terreno desprovida de vegetação que se constrói “antecipadamente” para queima controlada ou para a prevenção de incêndios florestais.

ATAQUE DIRETO: Toda ação de controle e extinção levada a cabo diretamente pela brigada com ou sem o uso de técnicas de abertura de linha.

ATAQUE INDIRETO: Ação de controle baseada na aplicação do contrafogo.

ATMOSFERA INSTÁVEL: O ar aquecido na superfície tende a subir rapidamente, ocasionando ventos desordenados e fortes. Os incêndios passam a arder com mais intensidade, possibilitando incêndio de copa e o surgimento de focos secundários. Os indicadores são redemoinhos, coluna de fumaça do tipo nuvem cúmulus e boa visibilidade.

BARREIRAS NATURAIS: É todo obstáculo formado por acidentes geográficos como rios, rochas, barrancos etc., que impede a propagação do incêndio.

BARREIRAS ARTIFICIAIS: É todo obstáculo já existente, construído, que sirva para impedir a propagação do fogo (estradas, caminhos etc.).

COMPORTAMENTO DO FOGO: É a maneira com que os combustíveis queimam, a intensidade das chamas, a forma com que o incêndio se propaga. É o resultado da combinação dos efeitos do ambiente sobre o incêndio.

COLUNA DE CONVECÇÃO: É a corrente ascendente de fluidos, desde a superfície do incêndio, por incremento da temperatura ambiental e da diminuição da densidade do ar.

COLUNA DE FUMAÇA: É o conjunto de gases, vapor de água, materiais finos e resíduos da combustão que ascendem na área ardente. A ascensão é facilitada pela coluna convectiva.

LINHA DE FOGO: Faixa de terreno desprovida de vegetação, que se constrói “durante” o combate de um incêndio florestal.

LINHA NEGRA: Denomina-se a uma faixa de terreno composta da linha de fogo mais uma faixa intencionalmente queimada, formando uma zona suficientemente larga para evitar, com segurança, que o incêndio ultrapasse a linha de controle.

LINHA DE CONTROLE: É a linha de segurança que circunda todo o perímetro do incêndio. A linha de controle pode ser formada por linha de fogo, mais barreiras naturais ou artificiais e aceiros.

LINHA ÚMIDA: É linha que se constrói por efeito mecânico, gerado pela força da água que produz um rompimento do solo interrompendo a continuidade da cobertura vegetal, ou simplesmente por se criar uma barreira úmida, quando se trabalha com equipamento de água (motobombas, carros-pipa).

LINHA FRIA: É a linha que se constrói durante a etapa de patrulhamento, após a extinção do incêndio, em todo perímetro, como medida de segurança, para impedir reincidências.

PONTO DE ANCORAGEM: É o ponto no qual inicia ou termina a construção de uma linha de fogo ou de controle, encontrando-se com uma barreira natural, artificial ou um aceiro.

TÁTICA: É a maneira como iremos empregar os recursos para controlar um incêndio florestal.

TOPOGRAFIA: São as características físicas da superfície da Terra, isto é, seus acidentes geográficos a situação e a localização deles em uma determinada área. Exemplos: rios, montanhas, vales, etc.

UMIDADE RELATIVA DO AR: É o percentual de água presente no ar.

VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO: É a velocidade de avanço do incêndio que pode ser medida de forma linear (m/min, m/hora, km/hora), perimetral (m/hora, m/dia) ou em área (ha/hora, ha/dia).

20 Referência Bibliográfica

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal – CBM/DF. **Manual básico de combate a incêndios**. CBM/DF, 2006, 85 p.

Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais – IEF/MG. **Curso de Formação de Brigada Voluntária: Apostila de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais**. Belo Horizonte: IEF-MG, 2006, 17 p.

Lacerda, F. S. e Cattaneo, A. C. M. Investigação de Incêndios Florestais (Aula Teórica). In: **Curso de Investigação das Causas e Origens dos Incêndios Florestais – Prevfogo/IBAMA**. Brasília: IBAMA, 2007.

Polícia Militar do Paraná – Comando do Corpo de Bombeiros. **Curso de Formação de Soldados BM: Material de Apoio sobre Combate Incêndios Florestais**. Centro de Ensino e Instrução/CCB/PR - 2005

Ramos, P. C. M. **Manual de operações de prevenção e combate aos incêndios florestais: comportamento do fogo**. Brasília: IBAMA, 2004, 60 p.

Ramos, P. C. M. **Manual de operações de prevenção e combate aos incêndios florestais: combate terrestre**. Brasília: IBAMA, 2004, 29 p.

Ramos, P. C. M. **Manual de operações de prevenção e combate aos incêndios florestais: noções de combate aéreo**. Brasília: IBAMA, 2004, 08 p.

Salas, F. **Manual de formacion para la lucha contra los incendios forestales**. Condejeria de Medio Ambiente / D. G. Del Medio Natural, 1993, 67 p. (disponível, em 09/07/2009, no sítio: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/aplica/medioambiente/site/web/menuitem.f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=071f35fc98754010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnthiridoid=7139185968f04010VgnVCM1000001625e50aRCRD>)

