



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

**Considerações sobre prevenção e combate aos incêndios florestais
no Estado do Rio de Janeiro**

ALINE NAHANNA CARNEIRO RODRIGUES

**ORIENTADOR:
WILSON FERREIRA DE MENDONÇA FILHO**

Seropédica, RJ
Janeiro de 2008

ALINE NAHANNA CARNEIRO RODRIGUES

**Considerações sobre prevenção e combate aos incêndios florestais
no Estado do Rio de Janeiro**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Sob Orientação do Professor

WILSON FERREIRA DE MENDONÇA FILHO

Seropédica, RJ
Janeiro de 2008

Considerações sobre prevenção e combate aos incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro

ALINE NAHANNA CARNEIRO RODRIGUES

Monografia aprovada em ____/____/____

Prof. Wilson Ferreira de Mendonça Filho
ORIENTADOR
DS/IF/UFRRJ

Prof. Jorge Mitiyo Maêda
Membro Titular
DS/IF/UFRRJ

Eng^a. Ftal. Aline Damasceno de Azevedo
Membro Titular

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu pai (em memória), cujo estímulo, força e dedicação são para mim exemplo e alicerce;

À minha mãe, pelo carinho e paciência nas horas boas e também nas difíceis;

Ao 1º GSFMA do Alto da Boa Vista – RJ, pela solicitude e ajuda imprescindível ao desenvolvimento deste trabalho;

Ao meu orientador, Prof. Wilson, pelo apoio;

A todos os professores da UFRRJ que de alguma forma contribuíram para a minha formação;

Ao meu amigo Wei, pela ótima companhia on-line nas madrugadas insones, e por ter me ajudado neste trabalho aos 45 min. do segundo tempo;

Aos meus grandes amigos de todas as horas Aline Rouse, Alê, Doug, Dio, Luíza, Whisky, e tantos outros que estiveram ao meu lado durante a graduação.

RESUMO

Ultimamente, os longos períodos de estiagem - associados principalmente a ações humanas indevidas, como a prática de queimadas que muitas vezes fogem ao controle, tem levado ao aumento do número de ocorrências de incêndios florestais, e os danos associados a estes distúrbios são diversos. Os resultados apresentados, relacionados ao custo operacional de combate aos incêndios florestais, foram estimados e fazem parte do banco de dados do 1º Grupamento de Socorro Florestal e Meio Ambiente (GSFMA) do Alto da Boa Vista, RJ. O custo operacional diário de combate aos incêndios florestais é estimado em R\$ 65.000,00. A tabela de material e equipamentos contendo a classificação, a quantidade de cada um deles sugerida para cada 7 (sete) brigadistas, valor unitário e valor total - calculado em R\$195.820,00, é parte do Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Bocaina – RJ, desenvolvido pelo Prevfogo/IBAMA, e foi adaptada para este trabalho. Os procedimentos sugeridos – promover a educação ambiental; trabalhar na identificação das causas dos incêndios; criar novos elementos na Política Agrária; fortalecer a atuação dos órgãos ambientais; apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e investir na elaboração e execução de Planos de Prevenção em todas as Unidades de Conservação, provavelmente apresentariam bons resultados na redução dos custos envolvidos na prevenção e combate aos incêndios florestais. O objetivo deste trabalho foi identificar as variáveis envolvidas nos custos de prevenção e combate aos incêndios florestais, e sugerir ações e procedimentos visando a redução dos custos envolvidos.

Palavras-chave: Floresta Atlântica, incêndios florestais, prevenção, combate, custos

ABSTRACT

Recently, the long periods of drought – associated mostly to improper human activities, like slash-and-burn practice that many times runs out of control, have led to an increasing number of wildfires, and the damages associated to these disturbs are numerous. The presented results, related to the operational cost of wildfire combat, were estimated and are part of the database of the 1° Grupamento de Socorro Florestal e Meio Ambiente (GSFMA) – (First Group of Forest and Environmental Aid) from Auto da Boa Vista, RJ. The daily operational cost of wildfire combat is estimated in R\$ 65,000.00. The table with the material and equipment containing the classification, suggested quantity to 7 (seven) members of the brigade, the unitary value and total value – calculated in R\$ 195,820.00, is part of the Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Operational Plan of Wildfire Prevention and Combat) at Parque Nacional da Serra da Bocaina – RJ, developed by Prevfogo/IBAMA, and was adapted to this work. The suggested procedures – promoting the environmental education; working at the identification of the wildfire causes; creating new elements in Agrarian Politics; strengthening the work of the environmental organs; research and new technologies supporting and investing at development and execution of Planos de Prevenção (Prevention Plans) in all the Unidades de Conservação (Conservation Unities), would probably present good results in the reduction of the involved costs of wildfire prevention and combat. The objective of this work was to identify the variables involved at the costs of wildfire prevention and combat, and to suggest actions and procedures seeking the reduction of the involved costs.

Key-words: Atlantic Forest, wildfire, prevention, combat, costs.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	4
2.1. Os Incêndios Florestais	4
2.2. O Fogo Controlado	7
2.3. Alternativas ao Uso do Fogo	7
2.4. Detecção e Localização das Chamas	7
2.5. Prevenção e Combate	10
3. Material e Métodos	13
4. Resultados e Discussão	13
5. Conclusão	16
6. Referências Bibliográficas	17
7. Anexos	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cobertura original de Floresta Atlântica no Estado do RJ.....	2
Figura 2 - Cobertura remanescente de Floresta Atlântica no Estado do RJ.....	2
Figura 3 - Porcentagem das causas de incêndios florestais e queimadas registradas no Brasil entre 2002 e 2006.....	4
Figura 4 - Ocorrências/mês relativo ao período compreendido entre 2002 e 2006, no Brasil.....	5
Figura 5 - Torre de observação.....	8
Figura 6 - Avião-tanque.....	11

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo operacional estimado do combate aos incêndios florestais para a estiagem de agosto a outubro de 2007.....13

Tabela 2 – Listagem de Material e Equipamentos utilizados no combate aos incêndios florestais, sua classificação quanto ao tipo, a sugestão de quantidade para cada 7 (sete) brigadistas, valor unitário e valor total.....14

1. INTRODUÇÃO

O fogo é um problema crescente nos remanescentes de florestas tropicais no mundo. Apesar de anos de estudo científico e de toda atenção da mídia em relação aos incêndios florestais, os efeitos que eles causam ao ambiente ainda têm sido ignorados (SILVA, 1998).

Segundo o Fundo Mundial para a Natureza (WWF), em 2007 foi batido o recorde de desastres naturais extremos, e os incêndios nas florestas produziram milhões de toneladas de carbono na atmosfera, criando assim perigosos efeitos de amplificação suscetíveis de acelerar o aquecimento do planeta. Em alguns lugares do mundo foram registrados incêndios florestais de grandes proporções, como na Espanha (em agosto) e na Califórnia (em setembro).

No Brasil, a estiagem prolongada, a vegetação seca e a baixa umidade relativa do ar fizeram com que o número de incêndios florestais aumentasse em 2007, que foi considerado “o ano do fogo”, de acordo com o PREVFOGO/IBAMA (2007). No estado do Rio de Janeiro, a Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF), decretaram em outubro de 2007 alerta máximo contra as queimadas e incêndios que se alastravam no estado devido à prolongada estiagem (IEF/RJ, 2007).

A prevenção contra os incêndios florestais é cada vez mais importante para a preservação das matas nativas no estado: de acordo com o Centro de Operações dos Bombeiros, em 2006 a quantidade de ocorrências de fogo em vegetação em geral superou em 25% a do ano anterior. Foram 6.822 contra 5.436 ocorrências (IEF/RJ, 2007). Ainda segundo o IEF, entre janeiro e outubro de 2007 foram detectados mais de 8.000 incêndios florestais - um recorde histórico, superando inclusive o ano de 2001, quando foram registrados 7.732 casos de janeiro a dezembro.

No Brasil, as pesquisas relacionadas aos efeitos do fogo têm sido desenvolvidas principalmente no Cerrado e na Amazônia, onde os incêndios florestais ocorrem com maior frequência e intensidade (PREVFOGO/IBAMA, 2005).

Estudos sobre o impacto do fogo em florestas tropicais tornam-se cada vez mais importantes à medida que os efeitos provocados pelos incêndios passam a ter repercussões globais negativas, particularmente sobre a atmosfera e o estoque de biodiversidade (WHITMORE, 1990; COCHRANE, 2004).

A Floresta Atlântica – atualmente o bioma mais ameaçado do país e um dos mais ameaçados do mundo, ocupando aproximadamente apenas 8% da sua área original, provavelmente apresentava uma frequência, intensidade e escala de incêndios florestais menores, antes de ser explorada intensivamente.

Segundo o IEF/RJ, estima-se que a Floresta Atlântica recobria, ao tempo da chegada dos portugueses ao Brasil, cerca de 98% do território do Rio de Janeiro (Figura 1), englobando a mata propriamente dita (floresta ombrófila densa) e ecossistemas associados, como manguezais, restingas e campos de altitudes. Atualmente, sob jurisdição e administração federal e estadual, o Estado do Rio de Janeiro possui aproximadamente 4.300 km² – menos de 17% da área do Estado (Figura 2), - que se acham protegidos em unidades de conservação.

Existem no estado 19 unidades de conservação federais, entre parques nacionais, reservas biológicas, áreas de proteção ambiental, etc., administradas pelo IBAMA, e 26 unidades estaduais, entre parques estaduais, reservas biológicas, estações ecológicas, áreas de proteção ambiental, etc., administradas pelo IEF/RJ, FEEMA e Secretaria de Estado de Cultura.

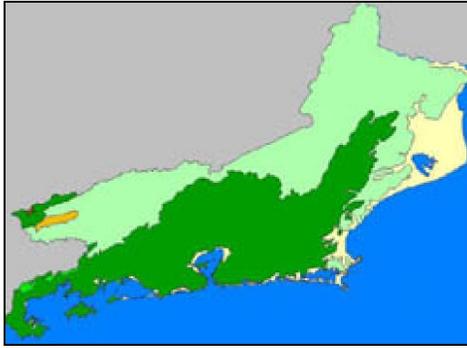


Figura 1: Cobertura original de Floresta Atlântica no Estado do RJ
(Fonte: IEF/RJ, aproximadamente do ano 1500)

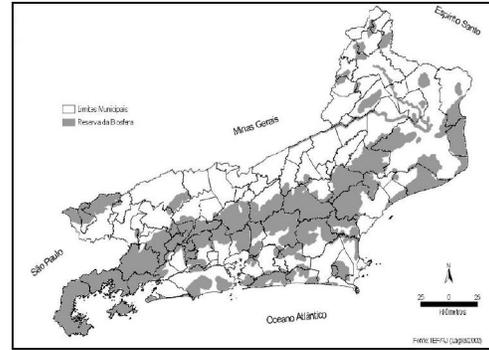


Figura 2: Cobertura remanescente de Floresta Atlântica no Estado do RJ
(Fonte: Rambaldi, 2003)

A transformação por atividades humanas criando um mosaico constituído por florestas com exploração seletiva, campos de cultura e formas de vegetação em vários estágios de sucessão, torna as florestas tropicais mais susceptíveis aos incêndios, porque alteram o tipo de combustível disponível para o fogo e torna as condições microclimáticas mais quentes e secas (UHL & KAUFFMAN, 1990; KAUFFMAN, 1991).

Além da perda e da fragmentação de habitats, a caça, a extração de produtos florestais e a conversão da floresta em áreas agrícolas nunca cessaram (DIAS *et al.* 1990, ALMEIDA *et al.* 1995, COIMBRA-FILHO & CÂMARA 1996), apesar da Floresta Atlântica e sua diversidade biológica estarem protegidas por um conjunto enorme de leis (LIMA & CAPOBIANCO 1997).

Segundo informações do Corpo de Bombeiros (1º GSFMA), no caso específico do município do Rio de Janeiro, a expansão das favelas de maneira irregular, invadindo áreas de preservação, causa desequilíbrio ambiental e aumenta o risco de incêndios e outros danos, como erosão. Além disso, as condições de urbanização destes locais, prejudica o acesso dos bombeiros, devido às condições topográficas e à falta de segurança. De acordo com Magalhães (2003), a ação de bandidos de comunidades locais também ameaça as florestas: abrindo clareiras na mata para acelerar a fuga, causam incêndios que consomem a vegetação.

Compreender a escala, frequência e intensidade de distúrbios naturais é fundamental para a conservação, e a continuidade destes distúrbios em escalas apropriadas é uma necessidade para a manutenção da biodiversidade. Entretanto, os distúrbios artificiais, os quais atingem as espécies além de seus limites adaptativos, devem ser evitados através de ações de manejo para a conservação (MEFFE & CARROLL, 1995). Segundo o IBAMA, os incêndios são um dos maiores responsáveis pela destruição de habitats naturais em todo o mundo e conseqüentemente, uma das maiores causas da extinção de espécies.

Apesar das restrições legais, o uso do fogo é geralmente feito com pouco ou nenhum controle e sem orientação técnica adequada. Devido a esse fato, o fogo frequentemente alcança os remanescentes florestais, principalmente nos anos de seca prolongada.

Infelizmente, a proteção contra incêndios florestais não é tradição no Brasil. Porém, a crescente preocupação com relação a estes distúrbios no país vem incentivando o desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas preventivas e de combate, o que é imprescindível para a conservação de nossas florestas.

A proteção dos recursos naturais, principalmente nas Unidades de Conservação, exige uma organização criteriosa. As ações de prevenção e o combate aos incêndios florestais

demandam um planejamento detalhado que contemple estratégias para a vigilância da área, medidas preventivas, recursos para aquisição e manutenção de equipamentos e ferramentas, remuneração de mão de obra, e formação de brigadas (PREVFOGO/IBAMA, 2005).

Segundo BOSNICK (1998), o combate aos incêndios florestais é uma atividade que envolve uma considerável variedade de riscos ao ser humano e aos equipamentos utilizados nas frentes de fogo. A seleção de pessoal de combate deve basear-se em uma série de exames que avaliem aspectos como: instrução escolar, condição física, saúde e atitude psicológica. Os brigadistas devem estar preparados nos aspectos teóricos fundamentais da prevenção e do combate (métodos de prevenção e combate, comportamento do fogo, uso e manutenção de equipamentos e ferramentas e normas de segurança), reforçados com os exercícios práticos correspondentes (RAMOS, 1995).

O presente trabalho teve como objetivo identificar as variáveis envolvidas nos custos de prevenção e combate aos incêndios florestais, e sugerir ações e procedimentos visando a redução dos custos envolvidos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Os Incêndios Florestais

Entende-se por incêndio florestal todo fogo de livre propagação sob influência de clima, relevo e vegetação; enquanto que queimadas podem ser definidas como o uso do fogo sob condições controladas para fins agrícolas (DIAS, 2007).

As queimadas e os incêndios florestais são responsáveis por 75% das emissões brasileiras de gases causadores do efeito estufa, e causa prejuízos afetando direta e indiretamente a sociedade e os ecossistemas (WWF, 2006).

As principais causas dos incêndios florestais, de acordo com DIAS (2007), são:

- Analfabetismo ambiental – desconhecimento dos processos que asseguram a vida na terra;
- Fenômenos Naturais – raios, combustão natural, efeito lupa;
- Cultura / costumes, comportamento – fogos de artifício / balões, rituais religiosos, queima de lixo, distúrbios psíquicos (piromania), fogueiras de acampamentos, litígios com o IBAMA e outros (vingança);
- Extrativismo – extração da flora, extração de madeira, extração de mel, caça e “limpeza” de área de extração mineral;
- Incidentes – preparação de aceiros, fagulhas de máquinas, rompimento de cabos de alta tensão e reignição;
- Política Agrária – incentivo para práticas agropecuárias não sustentáveis, como o uso do fogo para realizar “limpeza” de áreas, queima de restos de exploração florestal, queima de cana; e despreparo dos rurícolas, que realizam manejo / controle inadequado das queimadas;

A figura a seguir (Figura 3) representa a porcentagem das causas de incêndios florestais e queimadas registradas no Brasil de 2002 a 2006.

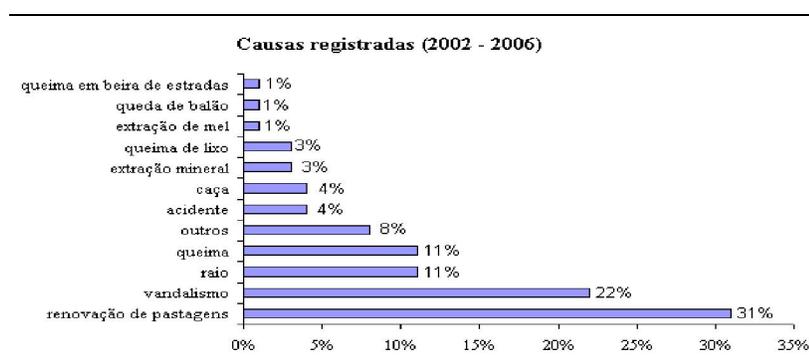


Figura 3: Porcentagem das causas de incêndios florestais e queimadas registradas no Brasil entre 2002 e 2006 (Fonte: Prevfogo/IBAMA, 2007).

Em períodos de estiagem, os eventos que podem desencadear um incêndio florestal são ainda mais perigosos devido às condições climáticas, como a ausência de chuvas e a baixa umidade relativa do ar.

Embora as maiores causas de incêndios florestais apontadas pelo IBAMA sejam vandalismo e a renovação de pastagens, hoje sabe-se que os maiores responsáveis por estes distúrbios são a abertura de novas frentes agrícolas (principalmente a soja) e de pastoreio.

A figura abaixo (Figura 4) representa o número de ocorrências de fogo em florestas, no Brasil, no período de 2002 a 2006. Observamos que entre julho e novembro o número de ocorrências é mais expressivo, visto que as condições climáticas neste período favorecem o surgimento de focos de incêndio na vegetação.

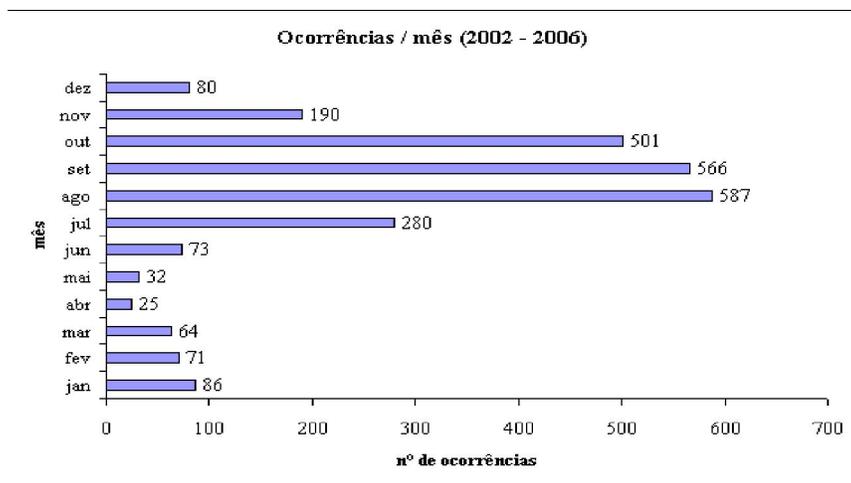


Figura 4: Ocorrências de incêndios / mês relativo ao período compreendido entre 2002 e 2006, no Brasil (Fonte: Prevfogo / IBAMA, 2007).

De acordo com BROWN & DAVIS (1973), os fatores mais relacionados com os incêndios florestais são o material combustível, a topografia, a cobertura vegetal e as condições climáticas. A análise criteriosa da fonte de ignição e das condições favoráveis à propagação do fogo permite estabelecer potencialmente onde e como o fogo vai se propagar.

O material combustível é fundamental para ocorrência e propagação do fogo, pois é um dos componentes do triângulo do fogo – não há possibilidade de ocorrência de fogo se não houver material combustível para queimar. Dentre as características dos combustíveis que mais influenciam a ignição e a propagação dos incêndios, destacam-se: a quantidade, a umidade, a inflamabilidade, a continuidade e a compactação (RIGOLOT, 1990).

O vento é um importante elemento meteorológico que pode afetar o comportamento do fogo de várias maneiras. Uma vez iniciado o fogo, o vento auxilia a combustão pelo aumento e suprimento de oxigênio. O vento alastra o fogo através do transporte de materiais acesos ou aquecidos para novos locais e inclina as chamas para perto dos combustíveis não queimados que estão na frente do fogo. A direção da propagação é determinada principalmente pelo vento (BROWN & DAVIS, 1973).

A umidade atmosférica é isolada um dos fatores mais importantes na propagação dos incêndios florestais. Dados sobre ocorrência de incêndios florestais demonstram que, quando a umidade relativa do ar desce ao nível de 30% ou menos, torna-se extremamente difícil combater um incêndio (GAYLOR, 1974; BATISTA, 1984).

As precipitações umedecem o material combustível e dificultam ou impedem o início e a propagação do fogo. Há uma grande correlação entre incêndios e períodos de seca prolongados. A distribuição da precipitação é, portanto, fator fundamental na definição do início, término e duração da estação de período de fogo (SCHOEDER & BUCK, 1970; SOARES, 1985).

A topografia afeta profundamente as características dos ventos, particularmente os ventos convectivos. Além disso, é responsável pela localização dos diversos tipos de

combustíveis, tendo influência sobre seu crescimento e inflamabilidade devido aos seus efeitos sobre o clima (GAYLOR, 1974).

O tipo de cobertura florestal influencia o comportamento do fogo de várias formas. Uma floresta densa, fechada, propicia um microclima mais ameno, e os combustíveis apresentam um conteúdo maior e mais estável que uma floresta rala e aberta. Pode-se então afirmar que o fogo se propaga com mais facilidade na floresta aberta do que na densa. E de um modo geral, uma floresta de coníferas apresenta condições mais propícias para a propagação do fogo do que uma floresta de folhosas (BATISTA & SOARES, 1997).

Segundo SOARES (1982), os danos causados pelos incêndios em florestas são de diversas naturezas. Pode ocorrer morte das árvores por superaquecimento do câmbio ou diminuição da sua resistência ao ataque de pragas e doenças; danos ao solo, como morte da microflora e da microfauna da camada superficial (até 7,5 cm) e favorecimento da erosão; interferência no planejamento de corte, forçando o corte prematuro das árvores; prejuízos ao aspecto paisagístico de florestas usadas como parque, tornando impróprias as atividades recreativas e de lazer, pelo menos temporariamente; morte de plantas e animais, destruição fontes de alimento, abrigo, ninhos e animais jovens; destruição de habitações, cercas, postes, máquinas, veículos, etc.; e perda de vidas humanas.

A ocorrência do fogo pode eliminar organismos individualmente, modificar taxas de crescimento, reprodução, disponibilidade e uso dos recursos, e também alterar as relações entre os organismos, como competição e predação. Os efeitos do fogo na biota dependerão do histórico de regime de fogo na área, do estado fisiológico e de desenvolvimento dos organismos no momento do fogo, e da ocorrência de eventos futuros, como chuva, seca e herbivoria (GILL, 1994).

O fogo fora de controle causa maiores danos para ovos, filhotes, indivíduos velhos e doentes que não podem escapar das chamas (COUTINHO, 1990).

O empobrecimento do solo através do fogo pode ocorrer, basicamente, em duas situações. Primeiro, em incêndios de alta intensidade, que queimam, volatilizam ou dispersam quase toda a matéria orgânica e a maior parte dos nutrientes. Segundo, através de queimas sucessivas que reduzem gradualmente o capital de nutrientes do solo sem permitir a sua recomposição (SOARES, 1995). Em relação à ciclagem de nutrientes minerais, um aspecto importante é a elevada perda de nutrientes volatilizados após os incêndios, como tem sido verificado no Cerrado. Nitrogênio, fósforo e enxofre são facilmente volatilizados em temperaturas acima de 600°C. Os elementos alcalinos, menos voláteis, são perdidos na forma de partículas. Os nutrientes podem retornar ao sistema através da precipitação. Entretanto, a quantidade de nutrientes perdidos em um incêndio pode representar acima de três vezes a quantidade que retorna ao ecossistema ao ano (COUTINHO, 1990).

As queimadas e os incêndios florestais podem também causar uma série de complicações à saúde humana, segundo DIAS (2007). Por exemplo, problemas respiratórios (como bronquite, asma e infecções), conjuntivite, dores de cabeça, náuseas, alergias, intoxicações, desordens cardiovasculares, desordem nervosa, e maior incidência de câncer. Além disso, existem os possíveis problemas de ordem econômica e social, dentre os quais podemos citar: o aumento da demanda de serviços de saúde, a interrupção de energia elétrica, comprometimento da segurança e funcionamento de transporte rodoviário e aéreo, diminuição da produtividade agrícola, fechamento de escolas, interrupção do abastecimento de água, perda de benfeitorias e danos patrimoniais.

2.2. O Fogo Controlado

Se não trouxesse nenhum benefício, o uso do fogo não seria tão amplamente disseminado desde os primórdios da civilização. No final do século passado, principalmente devido ao efeito devastador de alguns grandes incêndios florestais ocorridos na América do Norte e Austrália, resultantes da alteração dos ecossistemas locais pelos colonizadores europeus, o fogo passou a ser considerado apenas como uma força destruidora (SOARES, 1995). Mas apesar do seu potencial destrutivo, o fogo continua sendo uma ferramenta importante no manejo da vegetação, principalmente das florestas, quando usado racionalmente, de acordo com técnicas adequadas, e de forma controlada.

O fogo controlado é uma ferramenta de gestão de espaços florestais que consiste no uso do fogo sob condições, normas e procedimentos que atendam aos objetivos desejados, sob responsabilidade de um técnico qualificado.

De acordo com SOARES (1995), na área florestal a queima controlada é usada principalmente para preparo de terreno, e é o método mais prático, econômico e eficiente na redução de material combustível, embora possa ser usada também para eliminar espécies indesejáveis, controlar insetos e fungos, melhorar o habitat para a fauna e facilitar o acesso para o corte da madeira. Na agricultura o fogo é usado para queima de restos de culturas, preparo de terreno, limpeza e recuperação de pastagens e limpeza pré-corte dos canaviais.

A queima controlada demonstrou viabilidade e eficiência em plantações de *Pinus taeda* e *Eucalyptus viminalis*, segundo resultados de trabalhos conduzidos por BATISTA (1995) e RIBEIRO (1997). Porém, o uso desta técnica no interior de plantações ainda está em fase experimental.

2.3. Alternativas ao Uso do Fogo

Nos quadros 1, 2 e 3 (em anexo) estão listados os usos e objetivos das queimadas e suas respectivas alternativas técnicas e tecnológicas. Segundo DIAS (2007), a aplicação das alternativas ao uso do fogo pode trazer benefícios diversos, como maior produtividade agrícola, melhores condições de saúde, maior equilíbrio ambiental e melhor qualidade de vida.

2.4. Detecção e Localização das Chamas

A rapidez e a eficiência na detecção e monitoramento dos incêndios florestais, é fundamental para a viabilização do controle do fogo, redução dos custos nas operações de combate e atenuação dos danos. Além disso, um conhecimento inadequado da localização do incêndio e extensão da área queimada prejudica a estimativa do impacto do fogo sobre o ambiente (BATISTA, 2004).

Um adequado sistema de detecção e localização de incêndios florestais é necessário para o bom funcionamento dos planos de prevenção, e diversos sistemas podem ser utilizados. Segundo BATISTA (2004), dependendo das características do local, principalmente a extensão da área a ser monitorada, pode se utilizar meios de detecção através de vigilância terrestre por postos de vigilância e torres de observação (Figura 5), patrulhamento aéreo com aeronaves e monitoramento por imagens de satélites.



Figura 5: Torre de observação (Fonte: SOARES, 1982).

Segundo SOARES (1982), as torres de observação podem ser construídas de madeira, aço ou concreto. Têm no topo uma cabine envidraçada fechada, com visibilidade para todos os lados, onde permanece o vigia. A altura da torre depende da topografia, e varia de 10 a 40 metros. As mais altas são construídas nas áreas planas. A distância máxima entre duas torres é de cerca de 15 km e cada uma pode cobrir de 15 a 18.000 hectares. Para a identificação do local do incêndio, é necessário que cada torre tenha um binóculo, um rádio ou telefone e um goniômetro (aparelho usado para a determinação da direção do fogo). Os goniômetros devem ter a mesma orientação (o zero apontado para o Norte magnético) em todas as torres. Pode-se, através de coordenadas, determinar com razoável precisão o local do incêndio.

A implantação de uma rede de torres de vigilância com vistas à detecção de incêndios florestais demanda estudos das características topográficas da região, cálculo do alcance visual dos operadores das torres e análises de mapas de risco de incêndio com base nos registros de ocorrências anteriores. Em geral, a localização das torres é realizada de forma não automatizada. A utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para detecção de incêndios florestais garante maior precisão na identificação do foco inicial do incêndio, proporcionando agilidade nas tomadas de decisão por parte da equipe responsável pelo primeiro combate (VENTURINI & ANTUNES, 2007).

De acordo com SOARES (1982), ao se instalar uma rede de torres, não é necessária uma visibilidade de 100% da área. Uma cobertura de cerca de 70% da área florestada já é suficiente e economicamente viável.

O patrulhamento aéreo, embora de custo elevado, presta inestimáveis serviços nas extensas áreas florestadas. Estes serviços, contudo, não dispensam as estratégicas torres de observação implantadas em terra e complementam a sua ação. O patrulhamento aéreo pode ser feito com ultraleves ou com aviões mono ou multimotores, sendo estes últimos os preferidos, por motivos de segurança, autonomia e velocidade (SOARES, 1982).

Os vôos de patrulhamento têm por fim identificar o início dos incêndios florestais e devem ser feitos a baixas altitudes (cerca de 3.000 metros do solo), possibilitando assim uma visão de cerca de 15 km para cada lado. Os aviões de asa alta facilitam a visibilidade (SOARES, 1982).

Usando-se aviões de grande porte, e sendo longas as distâncias, cada incursão pode durar de 1 a 2 horas. Um mesmo aparelho pode realizar 5 a 10 vôos por dia de serviço. Em caso de avistar um incêndio, o piloto deve comunicar à equipe de terra: a localização exata do incêndio; a situação atual do incêndio; e a topografia e características do terreno (SOARES, 1982).

De acordo com BATISTA (2004), para países de grande extensão territorial, como o Brasil, o monitoramento dos incêndios florestais, em nível nacional e em escalas regionais, através de imagens de satélites é o meio mais eficiente e de baixo custo, quando comparado com os demais meios de detecção. O planejamento nacional das atividades de controle de incêndios florestais, o disciplinamento das atividades de uso do fogo controlado, bem como a avaliação dos efeitos do fogo sobre a atmosfera, só é viável através do monitoramento por satélites. Portanto, as informações obtidas devem ser de qualidade e confiáveis.

Observações terrestres são inadequadas para descrever a variabilidade regional, tornando-se necessária a exploração da capacidade de observação dos satélites. No entanto, medições a partir de observações terrestres são necessárias para avaliar o desempenho das técnicas dos satélites (RAZAFIMPANILO et.al, 1995).

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2007), algumas condições impedem ou prejudicam muito a detecção das queimadas. São elas:

- Frentes de fogo com menos de 30 m;
 - Fogo apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores;
 - Nuvens cobrindo a região (exceto nuvens de fumaça);
 - Queimada de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis;
 - Fogo em uma encosta de montanha, enquanto que o satélite só observou o outro lado.
- Imprecisão na localização do foco de queima, que no melhor caso é de cerca de 1 km, mas podendo chegar a 6 km.

Segundo RAMOS (1995), o monitoramento local está voltado principalmente para as Unidades de Conservação, Reflorestamento e outras áreas de interesse específico, e apesar de não ser tão sofisticado, sob o ponto de vista tecnológico, comparativamente aos outros dois, é o que apresenta melhores resultados. Isso já está comprovado nos países com sistemas de monitoramento mais avançados, como é o caso do Canadá, onde cerca de 90% dos princípios de incêndio são detectados localmente - patrulheiros, população residente, policiais, fazendeiros, transeuntes etc. Este sistema deverá ser o responsável pela detecção da grande maioria dos incêndios florestais brasileiros, uma vez que o monitoramento aéreo realizado pela aviação civil cobre apenas as áreas que estão sob as rotas de navegação. Já o monitoramento por satélite, apesar de cobrir todo o território nacional, pode levar até seis horas para identificar um foco de incêndio, por causa da periodicidade orbital do satélite NOM. Atualmente, o Prevfogo, por questões operacionais, está recebendo do INPE informações de apenas uma passagem diária do satélite, isto pode representar um atraso de até vinte e quatro horas de focos de incêndios.

2.5. Prevenção e Combate

A melhor forma de combater um incêndio florestal é através de sua prevenção. Para o desenvolvimento dos planos de prevenção, é preciso conhecer o perfil dos incêndios florestais, isto é, saber onde, quando e por que ocorreram os incêndios. São essas informações que geram as estatísticas que constituem a base fundamental para esse tipo de estudo (SOARES, 1985). A falta de informações sobre os incêndios florestais pode levar a extremos: por um lado, gastos elevados em prevenção por desconhecimento do potencial de danos; por outro lado, investimentos muito pequenos, colocando em risco a sobrevivência da floresta (VOSGERAU, 2005).

Os dados mais freqüentes usados como guias para os programas de prevenção são as causas dos incêndios, a época, o lugar de ocorrência e a extensão da área queimada. É importante saber onde ocorrem os incêndios para definir as regiões de maior risco e, conseqüentemente, estabelecer prioridades através de programas mais intensivos de prevenção e controle de incêndios. A distribuição dos incêndios através dos meses do ano é outra informação importante no planejamento da prevenção, pois permite conhecer as épocas de maior risco de ocorrências. A extensão da área queimada nos incêndios é útil para analisar a eficiência do combate. Quanto melhor a eficiência da equipe de combate, menor é a extensão da área queimada (BATISTA & SOARES, 1997).

De acordo com SOARES (1982), a prevenção dos incêndios florestais é perseguida, principalmente, com base nas seguintes técnicas:

- Construção de aceiros: Aceiros são faixas sem vegetação, interpoladas estrategicamente entre os talhões florestais, para deter ou dificultar o avanço do fogo e, principalmente, facilitar o acesso de pessoal (da brigada de incêndio), no caso de combate ao fogo.

A largura dos aceiros depende muito das condições locais, mas não deve ser inferior a 10 m, podendo chegar a 50 m. Em geral, a largura mais recomendada é de 20 m.

Deve haver uma rede de aceiros (os principais, mais largos e os secundários, mais estreitos) e estes devem ser mantidos constantemente limpos, livres de vegetação.

- Eliminação de material combustível: A eliminação ou redução do material combustível é uma das medidas mais eficientes na prevenção dos incêndios florestais.
- Cortinas de segurança: Esta técnica consiste na implantação de faixas, formando cortinas, com espécies florestais menos combustíveis, como as folhosas.
- Construção de barragens: A construção prévia de barragens de terra, distribuídas estrategicamente por toda a área florestal é de grande utilidade para: a) captação de água durante o incêndio; e b) aumento da evaporação e elevação da umidade relativa do ar.
- Aplicação do Código Florestal: A aplicação da legislação vigente, também é uma maneira de se prevenir contra incêndios.

Com relação ao combate aos incêndios florestais, ainda de acordo com Soares (1982), existem pelo menos quatro métodos. São eles:

- Método direto: Usado quando a intensidade do fogo permite uma aproximação suficiente da brigada à linha de fogo. São usadas as seguintes técnicas e materiais: água (bombas costais, baldes ou moto-bombas); terra (pás); ou batidas (abafadores).
- Método paralelo ou intermediário: Usado quando não é possível o método direto e a intensidade do fogo não é muito grande. Consiste em limpar, com ferramentas manuais, uma estreita faixa, próxima ao fogo, para deter o seu avanço e possibilitar o ataque direto.

- Método indireto: Usado em incêndios de intensidade muito grande. Consiste em abrir aceiros com equipamento pesado (tratores, etc.), utilizando ainda um contra-fogo, para ampliar a faixa limpa e deter o fogo, antes que chegue ao aceiro.
- Método aéreo: Usado nos incêndios de copa, de grande intensidade e área e em locais de difícil acesso às brigadas de incêndio. São usados aviões (Figura 6) e helicópteros, especialmente construídos ou adaptados para o combate ao incêndio.



Figura 6: Avião-tanque (fonte: Soares, 1982).

Em um país de dimensões continentais como o Brasil, com uma das maiores taxas anuais de produção de fitomassa, apresentando uma diversidade muito grande de vegetação e clima, e principalmente, habitado por um povo com valores culturais bastante arraigados, estabelecer um programa de alcance nacional não se constitui uma tarefa simples. Demanda muito esforço e um prazo bastante longo, principalmente por requerer mudanças comportamentais profundas. Dessa forma, baseado nessas premissas e nas responsabilidades que lhe foram atribuídas, o Prevfogo vem sendo estruturado e implementado (Ramos, 1995).

No início deste milênio, segundo MORAIS (2004), o Prevfogo/Ibama foi elevado à categoria de Centro Especializado em Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, dentro da estrutura do Ibama, com autonomia técnica, administrativa e financeira, e deu início a um programa de remuneração dos serviços de brigadistas, garantido assim uma atividade de prevenção permanente nas Unidades de Conservação nos períodos críticos de ocorrências de incêndios florestais. Buscou meios legais para a contratação e, no ano de 2001, foi possível a contratação da primeira brigada. Essas brigadas têm fatores fundamentados em filosofia; um dos aspectos relevantes é com certeza a questão social: por estarem as Unidades de Conservação localizadas longe dos grandes centros urbanos, com poucas oportunidades de emprego, a contratação de brigadistas nos seis meses que coincidem com o período de estiagem, isto é, na entressafra, quando as atividades agrícolas são pouco desempenhadas, vem gerando novos empregos na região, contribuindo assim com uma ajuda substancial na distribuição de rendas e conseqüentemente incrementando a economia local. Essas contratações, por exigirem toda documentação - que vai da certidão de nascimento até o exame médico, envolve um importante processo, estimulando o convívio em sociedade, dando dignidade ao agricultor e cidadania no momento em que o mesmo se regulariza perante Órgãos de Governo.

Em estudos aplicando realidades de campo, entendeu-se que as brigadas foram idealizadas para atuar com quatorze brigadistas divididos em dois esquadrões de sete, sendo

dois Chefes de Esquadrão e um deles o Chefe da Brigada, sempre eleitos pelos integrantes da brigada (MORAIS, 2004).

As brigadas são tecnicamente subordinadas ao Prevfogo e administrativamente às Unidades de Conservação à que pertencem, e estão distribuídas nos Parques Nacionais, Florestas Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas em todas as regiões do Brasil. O trabalho do Prevfogo é realizado em estreita cooperação com as gerências executivas estaduais do IBAMA e os chefes das Unidades de Conservação Federais.

Com a finalidade de treinar técnicos do IBAMA e parceiros do Prevfogo (instituições e técnicos) que atuam na área de Prevenção e Combate aos incêndios florestais, existem alguns cursos de capacitação: Formação de Brigadas para Combate aos Incêndios Florestais, Investigação de Causas e Origens de Incêndios Florestais (Perícia), Combate Aéreo de Incêndios Florestais, Formação de Instrutores, e Queima Controlada.

As Unidades de Conservação estaduais do Rio de Janeiro, segundo o IEF/RJ (2007), mantêm Núcleos de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (NuPIF) e realizam ações preventivas, notificando os donos de propriedades no interior ou no entorno das Unidades sobre queima de lixo ou limpeza de terrenos, que estão entre os maiores causadores de incêndios florestais.

O Projeto de Proteção à Mata Atlântica (PPMA) no estado do Rio de Janeiro investiu, desde 2001, mais de R\$ 6,7 milhões na melhoria de infra-estrutura, elaboração de planos de manejo e aquisição de equipamentos para Unidades de Conservação estaduais (IEF/RJ, 2007). O objetivo principal é otimizar as ações de prevenção e combate a incêndios florestais em áreas de Floresta Atlântica no território fluminense, como é o caso das unidades de conservação estaduais, que totalizam mais de 300 mil hectares de áreas protegidas em áreas de florestas, manguezais, restingas e campos de altitude.

Ainda de acordo com o IEF/RJ (2007), em Petrópolis, a Reserva Biológica de Araras promoveu em abril de 2007 o primeiro curso para Brigadistas Voluntários na prevenção a incêndios florestais, com 18 participantes. Os brigadistas atuam principalmente no monitoramento do entorno da reserva.

O apoio da população também é de grande importância para a prevenção de incêndios florestais e queimadas, através de denúncias aos bombeiros, à Coordenadoria Integrada de Combate aos Crimes Ambientais (CICCA) da Secretaria do Meio Ambiente e ao próprio IEF.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para a realização do trabalho foi baseada na análise de informações coletadas através de contato com o Corpo de Bombeiros (1° GSFMA) via correio eletrônico e telefone, e revisão bibliográfica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relacionados a custos, apresentados a seguir, foram estimados e cedidos pelo 1° Grupamento de Socorro Florestal e Meio Ambiente (1° GSFMA) do Rio de Janeiro.

Ø Custo operacional diário para combate a incêndio florestal: R\$ 65.000,00

Incluídos: diárias de alimentação da tropa, combustível para veículos e aeronaves, depreço de equipamentos motomecanizados, diárias de aeronaves e tripulação, entre outros.

A tabela a seguir (Tabela 2) contém o custo operacional estimado do combate aos incêndios florestais para a estiagem de agosto a outubro de 2007.

<i>Período</i>	<i>Local</i>	<i>Área</i>	<i>Custo operacional</i>
21 de ago a 17 de set	Parque Nacional de Itatiaia e Serra dos Órgãos	sem área definida	R\$ 390.000,00
	Parque Nacional da Tijuca	20 hectares	
	Reserva de Araras	400 hectares	
12 a 17 de set	Pimenteiras (Nova Friburgo)	sem área definida	R\$ 390.000,00
	Parque Estadual dos Três Picos	40 hectares	
	Parque Estadual da Pedra Branca	20 hectares	
6 a 11 de out	Parque Estadual da Tiririca	25 hectares	R\$ 325.000,00
	Parque Municipal Darcy Ribeiro	22 hectares	
13 a 18 de out	Serra da Concórdia	sem área definida	R\$ 390.000,00
	Parque Nacional de Jurubatiba	sem área definida	
Total			R\$ 1.495.000,00

A falta de informações precisas sobre os custos de combate aos incêndios florestais no banco de dados do 1° GSFMA do Rio de Janeiro, pode ter gerado valores superestimados.

Um sistema de prevenção eficaz provavelmente traria bons resultados na redução do custo operacional tornando-o mais viável, pois quando um incêndio é combatido no início, a área queimada é menor, e conseqüentemente, menores são os custos envolvidos no combate.

Um custo operacional de R\$ 1.495.000,00 num período de três meses, é extremamente alto, e confronta com a realidade socioeconômica do nosso país.

Algumas medidas citadas neste trabalho (educação ambiental, estímulo a práticas alternativas ao uso do fogo, etc) são de grande importância na prevenção e conseqüentemente nos custos envolvidos, visto que a grande maioria dos incêndios florestais tem origem antrópica.

A tabela a seguir (Tabela 2) apresenta uma listagem de materiais e equipamentos frequentemente utilizados no combate a incêndios florestais, sua classificação quanto ao tipo, a sugestão de quantidade para cada 7 (sete) brigadistas, valor unitário e o valor total.

Tabela 2: Listagem de material e equipamentos utilizados no combate aos incêndios florestais, sua classificação quanto ao tipo, a sugestão de quantidade para cada 7 (sete) brigadistas, valor unitário e valor total.

Listagem de Material e Equipamentos				
Equipamentos de Proteção Individual	tipo	sugestão p/ cada 7 brigadistas	valor unitário	valor total
EPI sem retorno				
Boné	consumo	7	R\$ 5,00	R\$ 35,00
calça	consumo	14	R\$ 20,00	R\$ 280,00
camiseta	consumo	14	R\$ 10,00	R\$ 140,00
cinto	consumo	7	R\$ 5,00	R\$ 35,00
coturno	consumo	7	R\$ 50,00	R\$ 350,00
luvas de vaqueta (par)	consumo	14	R\$ 10,00	R\$ 140,00
máscara contra fumaça	consumo	7	R\$ 5,00	R\$ 35,00
meia	consumo	14	R\$ 5,00	R\$ 70,00
total				R\$ 1.085,00
EPI com retorno				
cantil	consumo	7	R\$ 15,00	R\$ 105,00
capacete	consumo	7	R\$ 20,00	R\$ 140,00
cinto NA	consumo	7	R\$ 10,00	R\$ 70,00
gandola	consumo	7	R\$ 30,00	R\$ 210,00
lanterna de mão	consumo	7	R\$ 20,00	R\$ 140,00
mochila	consumo	7	R\$ 50,00	R\$ 350,00
óculos de segurança	consumo	7	R\$ 20,00	R\$ 140,00
total				R\$ 1.155,00
Material p/ combate				
abafadores/chicotes com cabo	consumo	5	R\$ 40,00	R\$ 200,00
ancinho/rastelo	consumo	3	R\$ 15,00	R\$ 45,00
barraca p/ acampamento (campanha)	permanente	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
barraca p/ acampamento (2 pessoas)	consumo	4	R\$ 100,00	R\$ 400,00

(Continua...)

bomba costal rígida (20L)	consumo	4	R\$ 300,00	R\$ 1.200,00
caixa de primeiros socorros	consumo	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
chibanca	consumo	2	R\$ 40,00	R\$ 80,00
colchão para alojamento	consumo	7	R\$ 40,00	R\$ 280,00
enxada	consumo	2	R\$ 10,00	R\$ 20,00
enxadão	consumo	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
facão com bainha	consumo	7	R\$ 15,00	R\$ 105,00
foice	consumo	2	R\$ 15,00	R\$ 30,00
galão 200L	consumo	5	R\$ 200,00	R\$ 1.000,00
galão 20L (água)	consumo	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
garrafa térmica 12L ou 5L	consumo	2	R\$ 40,00	R\$ 80,00
lima chata	consumo	3	R\$ 20,00	R\$ 60,00
machado	consumo	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
pá	consumo	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
pinga-fogo	consumo	1	R\$ 350,00	R\$ 350,00
rede de selva	consumo	7	R\$ 10,00	R\$ 70,00
total				R\$ 4.880,00
Equipamentos operacionais				
Autotrac	permanente	1	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
bateria de rádio HT	permanente	2	R\$ 800,00	R\$ 1.600,00
bateria veicular 12v p/ estação fixa	permanente	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
binóculo	permanente	2	R\$ 5.000,00	R\$ 10.000,00
caixa de ferramentas	consumo	1	R\$ 400,00	R\$ 400,00
GPS	permanente	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
grupo gerador	permanente	1	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
máquina fotográfica	permanente	2	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00
moto bomba	permanente	1	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
motosserra	permanente	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
pipa	permanente	1	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
piscina 10000L	permanente	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
rádio HT	permanente	2	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00
rádio móvel	permanente	1	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
rádio fixo	permanente	1	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
repetidora	permanente	1	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
roçadeira	permanente	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
termihigrômetro	permanente	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
veículo 4x4	permanente	1	R\$ 70.000,00	R\$ 70.000,00
total				R\$ 188.700,00
total geral				R\$ 195.820,00

Fonte: Prevfogo/IBAMA (2005)

Tabelas com listagem de material e equipamentos fazem parte dos Planos Operativos de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais desenvolvidos pelo Prevfogo, direcionados a algumas Unidades de Conservação ministradas pelo IBAMA.

A experiência mostra que os investimentos realizados com as ações preventivas são compensadores em relação aos custos de combate, os quais envolvem riscos de acidentes e desgaste físico dos brigadistas, desgaste e perda de ferramentas e equipamentos, custos com transporte e apoio logístico, perdas econômicas reais do objeto da proteção e perdas devidas aos danos ambientais (RIBEIRO, 2004).

A decisão de aquisição de equipamentos é uma medida preventiva uma vez que possibilita os administradores a planejar as ações com base nos recursos disponíveis. O nível de sofisticação dependerá do investimento realizado para atender ao plano de proteção contra os incêndios (RIBEIRO, 2004).

A escassez de informações acerca de incêndios florestais em áreas de Floresta Atlântica foi um fator que dificultou, em parte, o desenvolvimento deste trabalho, visto que a grande maioria dos trabalhos sobre incêndios florestais publicados no Brasil refere-se às regiões do Cerrado e da Amazônia, onde estes fenômenos ocorrem com mais frequência.

5. CONCLUSÃO

As variáveis identificadas envolvidas no custo operacional de combate aos incêndios florestais foram: diárias de alimentação da tropa, combustível para veículos e aeronaves, depreço de equipamentos motomecanizados, diárias de aeronave e tripulação, equipamentos de proteção individual (EPIs) com retorno e sem retorno, material para combate e equipamentos operacionais.

As sugestões a seguir visam a redução dos custos relacionados à prevenção e combate aos incêndios florestais:

- Promover a educação ambiental de toda a população - sobretudo a população existente nas proximidades das Unidades de Conservação, visto que a grande maioria dos incêndios florestais tem origem antrópica;
- Trabalhar na identificação das causas dos incêndios, podendo assim, melhorar o sistema de prevenção;
- Criar novos elementos na Política Agrária, visando estimular as práticas alternativas ao uso do fogo na agricultura;
- Apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias;
- Fortalecer a atuação dos órgãos ambientais;
- Investir na elaboração e execução de Planos de Prevenção em todas as Unidades de Conservação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. T., PIMENTEL, D. S., SILVA, E. M. C. The red-handed howling monkey in the State of Pernambuco, North-east Brazil. *Neotropical Primates* 3: 174-176. 1995.

ALTIPLANO. Alternativas ao uso do fogo na agricultura. Goiás, 2001. Disponível em: <http://www.altiplano.com.br/FogTabelas.html>. Acessado em 20 de janeiro de 2008.

BATISTA, A.C. Determinação de Umidade do Material Combustível sob povoamentos de *Pinus taeda*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1984, 61 p. (Dissertação de mestrado).

BATISTA, A.C. Avaliação da queima controlada em povoamentos de *Pinus taeda* L. no norte do Paraná. Curitiba, UFPR, Curso de Engenharia Florestal, Tese de Doutorado. 108p. 1995.

BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Manual de prevenção e combate a incêndios florestais. Curitiba: FUPEF, 1997. 50p.

BATISTA, A.C. Detecção de Incêndios Florestais por Satélites. *Revista Floresta* 34 (2), 237-241, Curitiba, Pr, Mai/Ago, 2004.

BOSNICH, J. Manual de Operações de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais -Funções da Organização para o Combate. Brasília: IBAMA/Prevfogo. 30 p. 1998.

BROWN, A.A. & DAVIS, K.P. Forest Fire – Control and Use. New York, McGraw Hill, 2nd Ed., 1973. 686 p.

COCHRANE, M.A. Fire science for rainforests. *Nature* 42: 913-919. 2003.

COIMBRA-FILHO, A.F. & CÂMARA, I.G. Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. FBCN, Rio de Janeiro. 1996.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the brazilian cerrado. In: J. G. Goldammer (ed.). *Fire in the Tropical Biota*. Berlin, Springer-Verlag. Pp. 82-105. 1990.

DIAS, G.F. “Mudança Climática Global e Educação Ambiental”, prelo, 2007.

DIAS, I.S., CÂMARA, I.G. & LINO, C.F. Workshop Mata Atlântica: problemas, diretrizes e estratégias de conservação. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo. 1990.

Fundação SOS Mata Atlântica/INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 1995–2000 Relatório parcial. Estado do Rio de Janeiro. 2002.

GAYLOR, H.P. Wildfires – Prevention and Control. Robert J. Brady, Bowie, 1974. 319p.

GILL, M. A. How fires affect biodiversity. In: Proceedings of the Conference Fire and Biodiversity: The Effects and Effectiveness of Fire Management. Melbourne. Austrália. 1994.

IEF/RJ. Mapa das Unidades de Conservação do RJ, 2000. Disponível em <http://www.ief.rj.gov.br/unidades/mapa/mapaucs.htm>. Acessado em 26 de fevereiro de 2008.

IEF/RJ. “Notícias”. Disponível em <http://www.ief.rj.gov.br>. Acessado em 25 de janeiro de 2008.

INPE. “Perguntas Frequentes”. Disponível em <http://sigma.cptec.inpe.br/produto/queimadas/queimadas/perguntas.html>. 2007. Acessado em 19 de Janeiro de 2008.

KAUFFMAN, J. B. Survival by sprouting following fire in tropical forests of the Eastern Amazon. *Biotropica*, 23 (3): 219-224. 1991.

LIMA, A.R. & CAPOBIANCO, J.P.R. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para a sua conservação. Documentos ISA n°4, Instituto Ambiental, São Paulo. 1997.

MAGALHÃES, L.E. *Jornal O Globo*, junho de 2003. Disponível em <http://www.montanha.bio.br/crime.htm>. Acessado em 25 de fevereiro de 2008.

MEFFE, G.K.; CARROLL, C.R. (coord.). *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts, 1995.

MORAIS, J.C.M.; “Tecnologia de Combate a Incêndios Florestais” *Floresta* 34 (2), Mai /Ago, 2004, 211-216, Curitiba, Pr

PALHEIRO, P. *Técnicas e Tecnologias na Prevenção de Incêndios Florestais*. Coimbra, 2006.

PREVFOGO/IBAMA. “Plano de Prevenção aos Incêndios Florestais” – Parque Nacional do Monte Pascoal. Itamaraju, outubro de 2005.

PREVFOGO/IBAMA. “Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Parque Nacional da Serra da Bocaina – RJ”. 2005.

PREVFOGO/IBAMA, *documenta*, Brasília, 2007. Disponível em http://www.ibama.gov.br/prevfogo/index.php?id_menu=90. Acessado em 25 de janeiro de 2008.

RAMBALDI, M. D.; MAGNANINI, A.; ILHA, A.; LARDOSA, E.; FIGUEIREDO, P.; OLIVEIRA, R. F. “A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro”. 2ª edição. São Paulo. 2003.

RAMOS, P. C. M. “Sistema nacional de prevenção e combate aos incêndios florestais”. In: Fórum Nacional Sobre Incêndios Florestais, 1., 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: IPEF, 1995. p. 29-58.

RAZAFIMPANILO, H.; FROUIN, R.; IACOBELLIS, S. F.; SOMERVILLE, R. C. J. Methodology for estimating burned area from AVHRR reflectance data. *Remote Sens. Environ.* 54:273-289. 1995.

RIBEIRO, G.A. Estudo do Comportamento do Fogo e de Alguns Efeitos da Queima controlada em povoamentos de *Eucalyptus viminalis* Labill em Três Barras, Santa Catarina. Curitiba, UFPR, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Tese de Doutorado. 145 p. 1997.

RIBEIRO, G.A. Estratégias de prevenção contra os incêndios florestais. *Floresta*, 34 (2), Mai/Ago, 2004, 243-247, Curitiba, Pr. 2004.

RIGOLOT, E. Combustíveis. In: Rego, F.C. & Botelho, H.S. A técnica do fogo controlado. Universidade de Trás-Os-Montes. 1990. Pg 35 – 38.

SILVA, R. G. Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais. Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, 1998. 106 p.

SOARES, R.V. "Prevenção e Controle de Incêndios Florestais" Fupef, Curitiba, 1982.

SOARES, R. V. Incêndios florestais: controle e uso do fogo. Curitiba: Fupef, 1985.

SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. *Floresta*, Curitiba, v.22, ½, p.39-53, 1992.

SOARES, R. V. Queimas controladas: prós e contras. Anais do I Forum Nacional sobre Incêndios Florestais / III Reunião Conjunta IPEF-FUPEF-SIF. 1995.

UHL, C. & KAUFFMAN, J. B. Deforestation, fire susceptibility and potencial tree responses to fire in the Eastern Amazon. *Ecology*, 71 (2): 437-449. 1990.

VENTURI, N. L.; ANTUNES, A. F. B., *Floresta*, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, mai./ago. 2007.

VOSGERAU, J. L. Análise dos incêndios florestais registrados pelo corpo de bombeiros no estado do Paraná no período de 1991 a 2001.105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

WHITMORE, T.C. An introduction to tropical rain forests. Oxford, Oxford University Press. 1990.

WWF-BRASIL. "Notícias". 2006. Disponível em http://www.wwf.org.br/informacoes/imposto_de_renda_ecologico/noticias_imposto_renda_ecologico/index.cfm?uNewsID=4460. Acessado em 24 de janeiro de 2008.

ANEXOS

Quadro 1: Alternativas técnicas e tecnológicas às queimadas envolvendo pastagens

Uso e objetivo das queimadas	Pastagens
	Alternativas técnicas e tecnológicas ao uso do fogo
Fogo como método de gestão das pastagens	. Manejo agroecológico de pastagens
Eliminar ectoparasitas do rebanho (como carrapatos, por ex.) e seus ovos	. Vedar o acesso do gado à área por um determinado período (160 dias) . Tratamento sanitário do rebanho (carrapaticidas)
Renovar a pastagem nativa, eliminando plantas invasoras e melhorando a digestibilidade da forragem	. Manejar a pastagem com rotações do gado e divisão dos pastos . Cuidar do pH e da fertilidade do solo . Evitar o sobrepastejo e o pisoteio da área . Enriquecer o pasto com outras espécies, principalmente leguminosas perenes . Manter áreas com pastagem cultivada
Obter uma rebrota precoce de pastagem e uma maior disponibilidade de forragem durante o período seco	. Reservar, com cercas, alguns pastos – mesmo nativos - para uso no período seco . Manter reservas de forragem sob forma de feno em fardos ou medas. Existem enfardadeiras motorizadas e manuais, muito simples. Manter reservas de forragem sob a forma de silagem . No inverno: no sul plantio de aveia, azevém, etc. e nas regiões mais tropicais, milho e sorgo forrageiro, para usar enquanto o pasto fica vedado (160 dias + ou -) ou capim buffel no semi-árido . Criar e manter um banco de forrageiras para suplementação alimentar . Aumentar a digestibilidade das palhas com algum complemento proteico ou nitrogenado (uréia) ou com o banco de forrageiras (leguminosas) . Confinamento parcial ou total do gado

Fonte: ALTIPLANO (2001)

Quadro 2: Alternativas técnicas e tecnológicas às queimadas envolvendo preparação para plantio

Preparação para plantio	
Uso e objetivo das queimadas	Alternativas técnicas e tecnológicas ao uso do fogo
Eliminar troncos, galhos etc., após desmatamento de floresta	<ul style="list-style-type: none"> . Regra 1: evitar o desmatamento . Regra 2: planejar e minimizar a área a ser desmatada . Manter áreas e faixas sem desmatar (beira de rios, etc.) . Planejar e buscar o aproveitamento integral (destino múltiplo) da madeira (uso próprio/venda) e da lenha (indireto ou diferido)
Após derrubada de capoeira	<ul style="list-style-type: none"> . Uso da tração animal ou motorizada, para mobilizar a madeira e remoção de raízes . Planejar e buscar o aproveitamento integral (destino múltiplo) da madeira (uso próprio/venda) e da lenha (indireto ou diferido)
Limpeza de áreas em pousio ou em descanso	<ul style="list-style-type: none"> . Limpeza manual da área ou ainda roçadeira manual, tração animal ou motorizada . Evitar o pousio através de rotação, adubação verde, adubação orgânica, incentivo a calagem e adubação mineral . Uso de herbicidas . Incorporação parcial ou total dos resíduos vegetais ao solo (rolo faca, por ex.) com tração animal ou motorizada . Compostagem do material vegetal para uso posterior . Manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo – plantio direto
Limpeza de beira de estradas, áreas de uso comum etc.	<ul style="list-style-type: none"> . Roçadeira ou implementos da minimotorização, limpeza manual (foices) ou ainda com herbicidas

Fonte: ALTIPLANO (2001)

Quadro 3: Alternativas técnicas e tecnológicas às queimadas envolvendo colheita

Colheita	
Uso e objetivo das queimadas	Alternativas técnicas e tecnológicas ao uso do fogo
Pré-colheita (cana-de-açúcar)	<ul style="list-style-type: none">. Mecanização com colhedeira de cana crua
Restos de colheitas	<ul style="list-style-type: none">. Usar a tração animal, micro ou mini motorização para manejar os resíduos vegetais. Incorporar total ou parcialmente os resíduos ao solo (por ex. rolo faca) com tração animal ou motorizada. Picar e deixar na superfície do solo (plantio direto). Recolher para compostagem. Disponibilizar os resíduos para o pastejo animal controlado

Fonte: ALTIPLANO (2001)

