

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

GUILHERME GUIMARÃES GIACOMIN

OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM POVOAMENTOS FLORESTAIS  
NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO E SUL DA BAHIA.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO  
2014

GUILHERME GUIMARÃES GIACOMIN

OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM POVOAMENTOS FLORESTAIS  
NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO E SUL DA BAHIA.

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2014

GUILHERME GUIMARÃES GIACOMIN

OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM POVOAMENTOS FLORESTAIS  
NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO E SUL DA BAHIA.

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

APROVADO EM: 11 de Julho de 2014

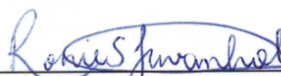
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Nilton César Fiedler  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador



Prof.ª Dr.ª Elzimar de Oliveira Gonçalves  
Universidade Federal do Espírito Santo



Eng.º Florestal Ronie Silva Juvanhol  
Universidade Federal do Espírito Santo

## RESUMO

Esta pesquisa objetivou analisar os registros de ocorrência de incêndios (ROI) em plantios florestais localizados no norte do Estado do Espírito Santo e sul da Bahia. A metodologia foi feita com base na análise do histórico de ocorrências de incêndios e condições meteorológicas no período de 2008 a 2012. Foram analisadas as relações das ocorrências de incêndios florestais com as condições meteorológicas da região, utilizando os dados: precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa. Foram também analisados os registros dos incêndios florestais durante o ano, ao longo do dia, ao longo dos meses e horários de ocorrência. Além disso, efetuou-se uma análise das etapas do combate aos incêndios florestais (tempo de mobilização, distância e tempo de deslocamento, tempo de combate e tempo de rescaldo). Por fim, avaliaram-se as características das áreas atingidas e a eficiência dos programas de prevenção e combate (classes de tamanho). O mês de setembro apresentou o maior índice de ocorrência de incêndios (14,48%) e o mês de abril o menor (2,96%). Os resultados mostraram uma constante relação de fatores meteorológicos (precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa) com a ocorrência de incêndios, mas deixou claro que o comportamento do fogo sofre influência de outros fatores externos. Quanto à susceptibilidade durante as estações do ano, durante o inverno (29,24%), o verão (29,02%) e a primavera (28,73%) houve mais ocorrências e no outono houve menor concentração de ocorrências (13,01%). O maior percentual concentrou entre 11h00min e 16h00min (61,05%). Para o tempo de mobilização, o registro foi de 83,23% nas Classes I (<1 min) e II (1-5 min). Quanto à distância de deslocamento, 59,45% foram nas Classes I (<10 km), II (11-20 km) e III (21-30 km). O tempo de deslocamento concentrou 59,55% na Classe I ( $\leq 30$  min). Com relação aos tempos de combate, 53,93% foram nas classes I ( $\leq 15$  min), II (16-30 min), III (31-45 min) e IV (46-60 min). Quanto ao tempo de rescaldo, 71,02% estão distribuídos nas Classes I ( $\leq 15$  min) e II (16-30 min). Das áreas queimadas, 85,18% estão situadas dentro das Classes I (0-0,09 ha - 15,03%), II (0,1-4,0 ha - 70,15%) e III (4,1 – 40,0 ha - 14,7%), indicando eficiente sistema de combate.

**Palavras chave:** Registro de Ocorrência de Incêndios (ROI), Eficiência em combate, Silvicultura preventiva; Meteorologia florestal.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| LISTA DE TABELAS .....                                    | vi  |
| LISTA DE FIGURAS .....                                    | vii |
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 1   |
| 1.1 Objetivos .....                                       | 2   |
| 1.1.1 Objetivo geral .....                                | 2   |
| 1.1.2 Objetivos específicos .....                         | 3   |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA .....                             | 4   |
| 2.1 Incêndios Florestais .....                            | 4   |
| 2.1.1 Fogo .....  | 4   |
| 2.1.2 Principais causas dos incêndios florestais .....    | 5   |
| 2.1.3 Eficiência de combate .....                         | 5   |
| 2.2 Condições meteorológicas e incêndios florestais. .... | 7   |
| 2.2.1 Temperatura .....                                   | 7   |
| 2.2.2 Umidade atmosférica .....                           | 8   |
| 2.2.3 Precipitação .....                                  | 8   |
| 2.3 Época de Ocorrência .....                             | 9   |
| 2.4 Classes de tamanho de incêndios florestais .....      | 9   |
| 2.5 Risco de incêndios em povoados florestais .....       | 9   |
| 2.6 Silvicultura de Prevenção .....                       | 10  |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS .....                                | 12  |
| 3.1 Região de estudo .....                                | 12  |
| 3.2 Procedimento da pesquisa .....                        | 13  |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                            | 15  |

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Registro dos incêndios florestais no período analisado .....   | 15 |
| 4.2 Registro de incêndios e sua relação com os fatores ambientais .....                                  | 17 |
| 4.2.1 Quantidade de ocorrência de incêndios x precipitação média,<br>temperatura e umidade relativa..... | 17 |
| 4.2.2 Ocorrência de incêndios por estação do ano e período do dia ...                                    | 21 |
| 4.3 Quantidade de ocorrências nas etapas de combate aos incêndios .....                                  | 23 |
| 4.4 Avaliação da eficiência de combate de acordo com a área queimada. ...                                | 26 |
| 4.5 Características das áreas queimadas .....  | 27 |
| 4.6 Quantidade de ocorrência de incêndios por regional da empresa .....                                  | 28 |
| 5 CONCLUSÕES .....   | 29 |
| 6 REFERÊNCIAS.....   | 30 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1</b> - Classes de tamanho dos incêndios florestais. ....                           | 14 |
| <b>Tabela 2</b> - Intervalo de classe das etapas de combate. ....                             | 14 |
| <b>Tabela 3</b> - Quantidade total de incêndios por mês e frequência relativa. ....           | 15 |
| <b>Tabela 4</b> - Quantidade de incêndios em relação às condições meteorológicas. ....        | 17 |
| <b>Tabela 5</b> - Número de ocorrências de incêndios por estação do ano. ....                 | 21 |
| <b>Tabela 6</b> - Intervalos de classes para tempo de mobilização. ....                       | 23 |
| <b>Tabela 7</b> - Intervalos de classes para distância percorrida no deslocamento. ....       | 24 |
| <b>Tabela 8</b> - Intervalo de classes de tempo para deslocamento. ....                       | 25 |
| <b>Tabela 9</b> - Intervalo de classes de tempo de combate. ....                              | 25 |
| <b>Tabela 10</b> - Intervalo de classe de tempo de rescaldo. ....                             | 26 |
| <b>Tabela 11</b> - Intervalo de classe de tamanhos de área queimada. ....                     | 26 |
| <b>Tabela 12</b> - Ocorrência de incêndios em função da característica da área atingida. .... | 27 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> - Distribuição geográfica das unidades estudadas e localização da Estação Meteorológica no município de São Mateus-ES. .... | 12 |
| <b>Figura 2</b> - Distribuição dos incêndios por mês, no período de 2008 a 2012. ....   | 16 |
| <b>Figura 3</b> - Quantidade de ocorrências x Precipitação pluviométrica mensal (mm). ..  | 18 |
| <b>Figura 4</b> - Quantidade de ocorrências x Temperatura média mensal (°C).....  | 19 |
| <b>Figura 5</b> - Quantidade de incêndios x umidade relativa média (%). ....  | 20 |
| <b>Figura 6</b> - Distribuição da ocorrência de incêndios em relação à estação do ano....   | 21 |
| <b>Figura 7</b> - Distribuição da ocorrência de incêndios no período noturno e diurno.....  | 22 |
| <b>Figura 8</b> - Quantidade de ocorrências x Hora de detecção. ....  | 23 |
| <b>Figura 9</b> - Quantidade de ocorrência de incêndios por regional da empresa. ....   | 28 |



## 1 INTRODUÇÃO

O incêndio florestal ocorre quando existe a presença do fogo em determinada área florestal sem que haja um controle sobre o mesmo. O incêndio pode iniciar tanto por alguma causa natural ou por ações antrópicas, principalmente por ação de incendiários. Os incêndios florestais alteram os recursos de uma floresta e representa um importante agente de dano ambiental.

Sendo assim, a ocorrência de um incêndio florestal traz juntamente um prejuízo ecológico e social, tais como a extinção de áreas com vegetação, danos ao solo, liberação de fumaça na atmosfera, injúrias a animais, perdas de áreas produtivas e de infraestrutura construída. Além disso, existe também o prejuízo financeiro, principalmente em casos de ocorrência em florestas destinadas a produção. O grau de prejuízo pode variar de acordo com a característica da área afetada e é proporcional à magnitude do incêndio.

Em povoamentos florestais, há uma maior suscetibilidade para a ocorrência de incêndios florestais e a continuidade do fogo, devido às características do local, maior movimentação de ar devido aos espaçamentos, alta presença de matéria orgânica seca no solo e outros fatores. O fato de povoamentos florestais serem direcionadas à produção de madeira para matéria prima faz com que a presença do fogo esteja diretamente ligada a prejuízos financeiros.

Com as florestas equiâneas sendo mais susceptíveis aos incêndios, vem crescendo a prática da silvicultura preventiva. Tal prática visa realizar a inserção de técnicas de proteção ao fogo desde a implantação do povoamento, a fim de evitar a ocorrência de incêndios (SOARES, 2000). Entre essas técnicas, podemos citar algumas como: o manejo de material combustível, capacitação de profissionais para a brigada, aquisição de ferramentas, práticas de vigilância para detecção de incêndios, campanhas educativas e registro de ocorrência de incêndios (ROI).

Em órgãos e empresas que realizam a prática da silvicultura preventiva, é importante a execução do Registro de Ocorrência de Incêndios (ROI). O ROI consiste num banco de dados com os registros das ocorrências de incêndios detectados, seguidos de algumas informações relevantes como: local, data, especificação das etapas de combate, área queimada e caracterização da área. Por meio desse registro, a entidade pode realizar estudos para colocar em prática as técnicas de silvicultura preventiva de forma mais eficiente ou melhorar a já existente,

se baseando em histórico de ocorrências nas áreas em outros anos. Para se obter uma política adequada de prevenção de incêndios é necessário conhecer os registros referentes aos ocorridos em épocas anteriores. A falta dessas informações pode trazer duas situações extremas: um gasto muito alto e não necessário em investimentos de prevenção, acima do potencial de danos para àquela área ou um baixo investimento em áreas que exigem o contrário, colocando em risco a manutenção das florestas.

Outro fator que deve ser levado em consideração no objetivo de minimizar os impactos causados pelo fogo em áreas florestais é a organização das etapas de combate aos incêndios florestais, uma pré-supressão adequada e uma política de prevenção eficiente. As etapas de combate consistem em: detecção, mobilização, deslocamento, tomada de decisões, combate efetivo, rescaldo, reunião final, desmobilização e perícia. A execução das etapas de forma ágil e precisa permite que se extinga o fogo de forma rápida e eficiente, conseqüentemente se obtendo um menor prejuízo com as áreas queimadas.

Nas ocorrências de incêndios florestais, os fatores meteorológicos podem atuar favorecendo ou dificultando o início e combate dos incêndios. As variáveis que mais influenciam no condicionamento do fogo são temperatura, precipitação, umidade relativa (do ar e do combustível) e vento (LOURENÇO, 2013). Sendo os fatores meteorológicos de causas naturais, não existe uma previsão concreta de como será o comportamento desses fatores. Portanto, o homem deve se basear em suas previsões e históricos de ocorrência, de forma a minimizar a influência negativa das causas ambientais e estudar a forma como esses fatores podem apoiar positivamente nas estratégias de prevenção aos incêndios.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Esta pesquisa objetivou analisar as ocorrências de incêndios em povoamentos florestais no norte do Estado do Espírito Santo e sul do Estado da Bahia no período de 2008 a 2012 (5 anos).

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Correlacionar as ocorrências de incêndios florestais com as condições meteorológicas da região;
- Avaliar o comportamento dos incêndios florestais;
- Analisar as etapas de combate aos incêndios florestais;
- Avaliar as características das áreas atingidas;
- Analisar a eficiência de combate em função das classes de área queimada.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Incêndios Florestais**

Incêndio florestal é a representação de um descontrolado comportamento do fogo em uma área de floresta. A propagação de um incêndio, os efeitos causados na vegetação e as dificuldades de realizar o controle são características que definem um incêndio florestal (CRUZ; VIEGAS, 2001). Segundo Soares e Batista (2007) incêndio florestal é todo fogo sem controle, que ocorre em qualquer formação vegetal, podendo ter sido provocado por fonte antrópica ou natural.

Entre vários fatores que podem afetar os recursos presentes em uma floresta, o fogo surge como o que pode causar maior devastação. É comum que florestas e outros tipos de vegetação estejam expostos constantemente à presença do fogo com variações nas intensidades e essa situação tem aumentado ainda mais com o passar dos anos, devido ao aumento da população, o acúmulo de material combustível, maior presença de povoados florestais próximas a áreas habitadas e uma incidência cada vez maior nas ações de incendiários (SOARES, 2002).

#### **2.1.1 Fogo**

O fogo é um fenômeno físico que é resultado da rápida combinação entre oxigênio, combustível e uma fonte de ignição, caracterizado pela liberação de calor, luz e geralmente chama. O material combustível, oxigênio e calor constituem o triângulo do fogo. A retirada de qualquer um desses elementos resulta na extinção do fogo. Por isso, as técnicas de combate trabalham em cima da exclusão de um ou mais desses três elementos (SANT'ANNA et al, 2012).

Segundo Batista e Beutling (2013), “Os efeitos produzidos pelo fogo em determinado lugar dependem do seu comportamento, que é em função das características da floresta e dos fatores ambientais”. O termo “comportamento do fogo” é utilizado para determinar as características da combustão durante um incêndio florestal, ou seja, refere-se à forma como o material combustível está sendo queimado, as características que as chamas atingem durante o incêndio, a forma de propagação do fogo e a presença de outros fenômenos.

### 2.1.2 Principais causas dos incêndios florestais

A classificação das causas dos incêndios florestais adotada no Brasil foi desenvolvida pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos e publicado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (SOARES; BATISTA, 2007). Todas as ocorrências são agrupadas da seguinte forma:

- a) **Raios:** classificada como a única causa natural, os incêndios são formados por descargas elétricas que atingem direta ou indiretamente o material combustível.
- b) **Incendiários:** estão situados nesse grupo, os incêndios provocados por pessoas de forma intencional e maliciosa para com propriedades de terceiros, seja por um ato de vingança ou por insanidade mental (Piromaníacos).
- c) **Queimas para limpeza:** incêndios que atingem a área da floresta proveniente da perda do controle ou negligência no ato da realização da queima para qualquer propósito (limpeza da área, queima de lixo, controle de pragas...).
- d) **Fumantes:** são incêndios iniciados por cigarros ou fósforos acesos descartados por fumantes em locais indevidos.
- e) **Fogos campestres ou fogo de recreação:** incêndios que se iniciam proveniente de fogueiras feitas por indivíduos que estejam na floresta acampando, caçando ou pescando. Ou o abandono da mesma sem que se apague o fogo por completo.
- f) **Operações Florestais:** são incêndios causados por trabalhadores ou maquinários florestais durante atividade na floresta.
- g) **Estradas de ferro:** incêndios provenientes de forma direta ou indireta consequente do atrito existente entre a linha férrea e a roda do trem, gerando calor ou fagulhas que podem servir de ignição no material combustível.
- h) **Diversos:** nesta classe são inseridos os incêndios que não se enquadram em nenhuma outra já citada, por serem ocasiões de acontecimento esporádico.

### 2.1.3 Eficiência de combate

Bardan (1982) menciona que a eficiência de combate a incêndios florestais está, principalmente, relacionada com o menor tempo possível e a organização da

ação compreendida entre: o início do processo de combustão do material combustível até o momento de combate ao fogo.

Em um combate a incêndio florestal, a organização vai variar devido a uma série de fatores, como: a característica da floresta, topografia, clima, material combustível presente, tipo de cultura na região, entre outros. Outro fator que pode auxiliar na disposição do combate é a existência de um registro de incêndios contendo informações como: número de incêndios que ocorrem anualmente, época do ano de maior incidência de ocorrências, principais causas dos incêndios e as áreas com maior ocorrência (COUTO; CANDIDO, 1980).

Segundo Fiedler et al. (2012), a operação de supressão de um incêndio consiste em seis diferentes etapas. Tais etapas são definidas em diferentes intervalos de tempo e são as seguintes:

- a) **Detecção:** período que consta do momento em que há o início do fogo até que sua existência seja detectada e comunicada ao setor responsável pela ação de combate, podendo ser detectado por um sistema de monitoramento da entidade ou por denúncia.
- b) **Mobilização e Deslocamento:** momento em que é recebida a informação da ocorrência de incêndio, união da equipe necessária para o combate e o tempo decorrido para a chegada até o local.
- c) **Tomada de Decisão:** chegada ao local de incêndio e uma rápida e eficiente avaliação da situação do fogo para se definir as estratégias de combate.
- d) **Combate ao Incêndio:** tempo gasto pela brigada para eliminação do fogo.
- e) **Rescaldo:** atividade que se inicia após o fim do combate, que consiste em eliminar todo o resquício de fogo que ficou na área combatida, a fim de evitar uma nova ignição do fogo.
- f) **Desmobilização:** período após a realização do rescaldo, onde os coordenadores organizam as ferramentas utilizadas para contabilizar os equipamentos quebrados; realiza a contagem do pessoal e uma breve reunião para explicar os erros e acertos durante o processo de combate.

## **2.2 Condições meteorológicas e incêndios florestais.**

A ocorrência de incêndios florestais pode ser dificultada ou favorecida pelos fatores referentes às condições climáticas e meteorológicas. Dentre as variáveis presentes no meio ambiente, o que mais vai influenciar nos incêndios é o comportamento da temperatura, umidade relativa do ar, vento e precipitação (LOURENÇO, 2013).

Segundo Davis (1959), há uma forte relação entre as condições meteorológicas e a ocorrência de incêndios florestais. O autor ainda afirma que, todos os grandes incêndios florestais registrados aconteceram quando o ambiente apresentava condições climáticas extremas e fora do padrão. Incêndios históricos que deixaram grandes áreas queimadas e um significativo prejuízo socioambiental ocorreram e se intensificaram por conta de secas prolongadas, altas temperaturas e baixas umidades relativas do ar.

Bernardino et al (2012) concluíram na aplicação do Índice de Risco de Deflagração de Incêndio Florestal (IRDIF) nas cidades de Castelo Branco e Coimbra-Portugal, nos anos de 1997 a 2005, que a situação das condições meteorológicas teve uma relação direta com a ocorrência de incêndios. Quando as características do clima eram propícias à ignição e continuidade do fogo, havia um maior registro no número de ocorrências e as áreas queimadas apresentavam maior tamanho. No entanto, o IRDIF não era o único fator que determinava a ocorrência dos incêndios, o índice apenas permitia estabelecer uma relação entre o risco e as condições do meio. É importante ressaltar que o ser humano pode intervir nessas ocorrências utilizando práticas de manejo e prevenção baseados nos registros, diminuindo assim a influência de alguns fatores meteorológicos.

### **2.2.1 Temperatura**

Schroeder e Buck (1970) afirmam que a temperatura representa, em graus, o calor de certo elemento, aferido em uma escala finita. O nível de atividade molecular de uma substância representa a sua temperatura.

A temperatura dos materiais combustíveis e do ar presente em um ecossistema florestal são fatores importantíssimos que podem influenciar no início e na dispersão de um incêndio. A temperatura tem influência direta para o material combustível se inflamar, mas não controla diretamente o comportamento do fogo,

responsabilidade essa de outros fatores como o vento, distribuição da umidade nos combustíveis e estabilidade atmosférica. Segundo Soares, as temperaturas menores que 12,8°C não representam perigo para ocorrência de inflamabilidade; entre 12,8°C e 21,1°C apresenta início de perigo; entre 21,2°C e 29,4°C é considerado perigoso e temperaturas maiores que 29,4°C apresentam extremo perigo para o grau de inflamabilidade (SCHROEDER; BUCK, 1970; SOARES, 1985).

### **2.2.2 Umidade atmosférica**

Umidade atmosférica é definida como a água existente no ar assumindo a forma de vapor, na qual está presente com os outros elementos da atmosfera (SOARES; BATISTA, 2004).

A umidade atmosférica atua diretamente na combustão dos combustíveis florestais possibilitando uma constante troca de umidade entre o material depositado e a atmosfera, fazendo com que a umidade seja um elemento crucial nos incêndios florestais. O material morto depositado irá absorver umidade do ar quando a umidade relativa estiver maior do que a do material e irá liberar água quando a ar estiver seco. A baixa umidade relativa do ambiente aumenta a chance de ocorrência de incêndios, enquanto que a alta umidade relativa proporciona uma menor chance para a ocorrência (SCHROEDE; BUCK, 1970; NUNES, 2005).

### **2.2.3 Precipitação**

O vapor d'água que existe na atmosfera pode se transformar para a fase líquida ou sólida e esses processos geralmente são seguidos pela formação de nuvens, orvalho, geada ou nevoeiros. Quando uma nuvem não consegue mais suportar o excesso de umidade condensada, ocorre uma precipitação, seja na fase líquida ou na fase sólida. Ou seja, a precipitação nada mais é do que um avançado estado de condensação de vapores d'água (SOARES; BATISTA, 2004).

Schroeder e Buck (1970); Soares e Batista (2004), afirmam que a existência de precipitação pode reduzir a possibilidade de ocorrência e, conseqüentemente, a propagação do incêndio. Porém, algumas condições de inflamabilidade do material combustível podem não ser totalmente extintas com a presença da precipitação, caso o material esteja muito seco, fazendo com que ocorra uma rápida umidificação do mesmo tornando-se, novamente, inflamáveis com uma rápida perda de umidade.



### **2.3 Época de Ocorrência**

A época do ano em que são registrados os maiores índices de ocorrência de incêndios pode variar de região para região, contudo coincide na maioria das vezes, com os meses onde há menor precipitação e menor umidade relativa do ar (TEBALDI et al., 2012).

Segundo Crosby e Soares (1974), a eficiência no combate aos incêndios florestais está relacionada com a velocidade e a eficácia do ataque. No entanto, manter uma estrutura de combate com eficiência requer um alto investimento financeiro, sendo então economicamente inviável de ser sustentada durante todos os dias do ano. Assim, conhecer as épocas de maior ocorrência de incêndios nas regiões susceptíveis ao fogo é importante para que se possam obter melhores resultados na política de investimento de prevenção de acordo com o grau de risco da mesma região nas épocas conhecidas.

### **2.4 Classes de tamanho de incêndios florestais**

A classificação dos incêndios florestais por classe de tamanho permite avaliar a eficiência do controle dos incêndios, partindo do pressuposto que se na classe I há uma maior concentração da ocorrência de incêndios, há uma maior eficiência no controle (SOARES; SANTOS, 2002).

Segundo Santos (2004), conhecer os motivos da ocorrência de incêndios permite efetuar um trabalho objetivo com a prevenção e diminuição do fogo, otimizando os investimentos da proteção florestal. A característica da área atingida permite mensurar os danos econômicos e ambientais e a eficiência do combate pode ser obtida pela classificação dos incêndios quanto à classe de tamanho.

### **2.5 Risco de incêndios em povoamentos florestais**

O setor florestal brasileiro, até a década de 1950, consistia basicamente na exploração dos recursos florestais de florestas nativas. A partir da década de 1960, começou a se implantar maciços florestais homogêneos de espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, graças a um programa de incentivo do governo com o intuito de impulsionar o setor florestal de forma mais sustentável e economicamente viável,

com maior direcionamento para as regiões Sudeste e Sul do país (MELO et al, 2008).

Em relação às florestas naturais, as florestas plantadas apresentam maior suscetibilidade à ocorrência de incêndios. Os princípios de focos em áreas de reflorestamento têm acontecido quase periodicamente em diversos plantios homogêneos distribuídos pelo país. Isso acontece, principalmente, pelo fato dos povoamentos florestais serem mais susceptíveis a ocorrência de incêndios florestais em relação a florestas nativas. Sendo assim, é natural que, desde a implantação de uma floresta equiânea, seja praticada uma silvicultura preventiva mais abrangente. Além disso, povoamentos florestais, comparados com florestas úmidas tropicais e subtropicais, possuem como característica um ambiente mais seco, isso ocorre devido a maior circulação livre de vento no interior da floresta e a ausência de sub-bosque. Assim, mesmo o fogo não sendo necessariamente uma parte desse ecossistema, as diferenças existentes faz com que se tenham condições favoráveis à ignição e propagação dos incêndios (SOARES, 1995 e 2002).

## **2.6 Silvicultura de Prevenção**

Soares e Batista (2007) afirmam que os resultados dos estudos realizados na área de incêndios florestais têm determinando que a política de prática de prevenção ao início do fogo tem sido mais eficaz do que o investimento na supressão do mesmo.

Métodos protecionistas são fundamentais para preservação de áreas contra a ocorrência de incêndios florestais e seus efeitos catastróficos, levando em consideração as características de cada região. Para aplicação prática de tais métodos protecionistas é de extrema importância conhecer o perfil dos incêndios que atingiram a região, principalmente sua causa e a época de ocorrência. A análise dessas estatísticas é uma das principais ferramentas usadas no planejamento de prevenção e combate ao fogo, uma vez que é possível obter uma política de planejamento mais eficiente e proporcional devido a conhecimentos prévios de outros incêndios. Ou seja, os dados permitem evitar que haja uma superestimação de gastos referente à proteção, havendo, assim, um gasto desnecessário na prevenção, ou que ocorra a subestimação do investimento, colocando em risco a produção e manutenção da floresta (SANTOS 2004).

Segundo Bontempo (2011), o conhecimento do perfil dos incêndios florestais tem influência direta com sua política de combate e prevenção. A preocupação quando o assunto se trata de prejuízos causados pelo fogo, seja o prejuízo ambiental, econômico ou social, vem fazendo com que órgãos públicos e empresas invistam na prática de registro e análise das ocorrências de incêndios. A principal estratégia adotada tem sido o preenchimento e análise do Registro de Ocorrência de Incêndio (ROI).

TETTO (2012) define que o Registro de Ocorrência de Incêndios (ROI) permite que, por meio de análises e levantamentos, seja possível realizar um planejamento das atividades de prevenção e combate a incêndios florestais, podendo ser minimizados os prejuízos causados pelo fogo. Entretanto, os registros geralmente não são feitos de forma organizada e confiável por longos períodos. O registro pode obter várias informações definidas pela entidade que utilizará o mesmo. Dentre as características mais comuns que são levadas em consideração em um ROI, temos: a época de ocorrência, que define a época do ano mais propícia a ocorrência de incêndios; o local que estabelece a região mais afetada, onde conseqüentemente deverá ter maior investimento para práticas preventivas e de combate; a área total atingida, que permite analisar como vem sendo a eficiência do combate; a causa da ignição do fogo, fazendo com que se trabalhe a prevenção em cima dos fatores mais comuns; tipo de vegetação, que permite a entidade obter uma proteção efetiva da vegetação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Região de estudo

Os dados de ocorrência de incêndios florestais foram disponibilizados por uma empresa florestal produtora de madeira de eucalipto nos estados do Espírito Santo e Bahia. A base de dados foi disponibilizada no software Microsoft Office Excel 2010. Os plantios estão situados no norte do Estado do Espírito Santo e sul do Estado da Bahia.

Com a finalidade de analisar as condições meteorológicas em relação às ocorrências de incêndios florestais, foram adquiridos os dados meteorológicos, alusivo ao mesmo período de registro das ocorrências de incêndios da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada no município de São Mateus, Estado do Espírito Santo, coordenadas geográfica 18° 42' S e 39° 51' W e altitude de 25,04 m no período de 01/01/2008 a 31/12/2012. A estação localizada no município de São Mateus foi escolhida pelo fato da localidade estar distribuída geograficamente em uma região que reflete aproximadamente o centro da área da pesquisa em relação aos outros locais onde foi realizado o registro dos incêndios, como mostrado na Figura 1. Os dados foram processados e organizados também com o auxílio do software Microsoft Excel.



Figura 1 - Distribuição geográfica das unidades estudadas e localização da Estação Meteorológica no município de São Mateus-ES.

Fonte: Google Earth (2014).

### 3.2 Procedimento da pesquisa

Os dados analisados consistem do dia 01 de janeiro de 2008 até o dia 31 de dezembro de 2012, que compreende um período de cinco anos, das unidades situadas em Aracruz – ES, São Mateus – ES, Teixeira de Freitas – BA e Posto da Mata – BA.

A primeira etapa da pesquisa consistiu na organização dos dados no registro de ocorrência de incêndios. Os dados dos registros foram compilados pelos funcionários no campo durante a execução do combate. Para cada variável analisada, foi necessário realizar uma filtragem dos dados conforme a necessidade.

No registro de ocorrência de incêndios foram compiladas as informações de qual a unidade de ocorrência do incêndio, data da ocorrência, horário de comunicação, horário de saída e horário de chegada (tempo de mobilização e deslocamento), quilometragem inicial do veículo e quilometragem final ao chegar ao local do incêndio (distância de deslocamento), horário do início do combate e horário de término do combate (tempo de combate), horário do início e término do rescaldo (tempo de rescaldo), área queimada, horário de saída para retorno, necessidade de apoio, característica da área queimada (plantio, preservação ou vizinhança).

Os dados meteorológicos foram adquiridos do banco de dados (BDMEP) do INMET, referentes à estação meteorológica de São Mateus – ES. Tais dados são referentes ao mesmo período de análise do registro de ocorrência de incêndios. Os dados meteorológicos consistem em precipitação média mensal, temperatura média mensal e umidade relativa média mensal. Há uma limitação em afirmar que os fatores ambientais tem total relação com as ocorrências registradas em todas as unidades, uma vez que o raio de atuação da estação meteorológica não explica a relação entre as ocorrências de incêndios e os fatores ambientais. Sendo assim, tais dados podem contribuir para identificar os meses com maior possibilidade de ocorrência de incêndio.

Após a organização dos dados dos incêndios e a obtenção dos dados meteorológicos foram iniciadas as análises e os levantamentos para obtenção dos resultados, efetuando-se comparações das condições meteorológicas e os registros dos incêndios.

Os incêndios foram ordenados de acordo com as classes de tamanho. Também foram feitas análises utilizando-se a frequência relativa em função do

número de incêndios registrados no período analisado. A Tabela 1 refere-se às Classes de tamanho dos incêndios florestais, conforme Soares (1984).

Tabela 1 - Classes de tamanho dos incêndios florestais.

| <b>Classe</b> | <b>Área queimada pelo incêndio (ha)</b> |
|---------------|---|
| <b>I</b>      | 0 – 0,09                                |
| <b>II</b>     | 0,1 – 4,0                               |
| <b>III</b>    | 4,1 – 40,0                              |
| <b>IV</b>     | 41,0 – 200,0                            |
| <b>V</b>      | >200,0                                  |

Fonte: SOARES (1984).

A Tabela 2 refere-se aos intervalos de classes utilizados nas etapas de combate.

Tabela 2 - Intervalo de classe das etapas de combate.

| <b>Classes</b> | <b>Etapas de Combate</b>          |                                  |                                    |                               |                                |
|----------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                | <b>Tempo de Mobilização (min)</b> | <b>Distância Percorrida (km)</b> | <b>Tempo de Deslocamento (min)</b> | <b>Tempo de Combate (min)</b> | <b>Tempo de Rescaldo (min)</b> |
| <b>I</b>       | <1                                | <10                              | ≤30                                | ≤15                           | ≤15                            |
| <b>II</b>      | 1 a 5                             | 11 a 20                          | 31 a 60                            | 16 a 30                       | 16 a 30                        |
| <b>III</b>     | 6 a 10                            | 21 a 30                          | >60                                | 31 a 45                       | 31 a 45                        |
| <b>IV</b>      | 11 a 15                           | 31 a 40                          | -                                  | >45                           | >45                            |
| <b>V</b>       | >15                               | 41 a 50                          | -                                  | -                             | -                              |
| <b>VI</b>      | -                                 | 51 a 60                          | -                                  | -                             | -                              |
| <b>VII</b>     | -                                 | 61 a 70                          | -                                  | -                             | -                              |
| <b>VIII</b>    | -                                 | 71 a 80                          | -                                  | -                             | -                              |
| <b>IX</b>      | -                                 | 81 a 90                          | -                                  | -                             | -                              |
| <b>X</b>       | -                                 | 91 a 100                         | -                                  | -                             | -                              |
| <b>XI</b>      | -                                 | >100                             | -                                  | -                             | -                              |

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Registro dos incêndios florestais no período analisado

De acordo com os dados analisados por meio do registro de ocorrência de incêndios, (Tabela 3), os meses de setembro, outubro e fevereiro foram os meses com maior número de registro de ocorrência durante o período de 2008 a 2012. Já os meses de abril, maio e julho foram os meses com menores números de ocorrências.

Tabela 3 - Quantidade total de incêndios por mês e frequência relativa.

| Mês              | Ocorrências de Incêndios |             |             |             |             | Ocorrências  | Frequência Relativa (%) |
|------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------|
|                  | 2008                     | 2009        | 2010        | 2011        | 2012        |              |                         |
| <b>Janeiro</b>   | 31                       | 147         | 1017        | 392         | 104         | 1691         | 10.10                   |
| <b>Fevereiro</b> | 57                       | 389         | 688         | 601         | 158         | 1893         | 11.31                   |
| <b>Março</b>     | 44                       | 445         | 227         | 189         | 219         | 1124         | 6.71                    |
| <b>Abril</b>     | 38                       | 80          | 149         | 40          | 188         | 495          | 2.96                    |
| <b>Maio</b>      | 59                       | 173         | 187         | 170         | 110         | 699          | 4.18                    |
| <b>Junho</b>     | 63                       | 145         | 391         | 258         | 158         | 1015         | 6.06                    |
| <b>Julho</b>     | 54                       | 229         | 102         | 311         | 146         | 842          | 5.03                    |
| <b>Agosto</b>    | 116                      | 262         | 630         | 723         | 43          | 1774         | 10.60                   |
| <b>Setembro</b>  | 369                      | 462         | 791         | 657         | 145         | 2424         | 14.48                   |
| <b>Outubro</b>   | 604                      | 405         | 533         | 240         | 359         | 2141         | 12.79                   |
| <b>Novembro</b>  | 243                      | 486         | 120         | 82          | 117         | 1048         | 6.26                    |
| <b>Dezembro</b>  | 85                       | 717         | 331         | 91          | 371         | 1595         | 9.53                    |
| <b>Total</b>     | <b>1763</b>              | <b>3940</b> | <b>5166</b> | <b>3754</b> | <b>2118</b> | <b>16741</b> | <b>100</b>              |

Os períodos compreendidos entre os meses de março a julho corresponderam à época do ano com menores índices de ocorrência de incêndios, havendo um aumento a partir do mês de agosto até o mês de fevereiro. Durante o período analisado, o mês de janeiro do ano de 2010 foi o que apresentou maior quantidade de registro de ocorrência de incêndios, sendo o mês de janeiro do ano de 2008 o mês com menor registro de ocorrência de incêndios.

A distribuição dos índices de ocorrências de incêndios é de extrema importância para que a empresa possa planejar suas práticas de prevenção e pré-supressão levando em consideração a quantificação de ocorrências de incêndios em diferentes épocas ao longo dos anos, evitando, assim, que haja um gasto excessivo ou uma falta de investimento.

O Decreto Estadual nº 1.042-R, de 7 de dezembro de 2004, suspende o uso do fogo para queimadas controladas no período de 1º de maio a 31 de outubro de cada ano, por ser uma época de risco de propagação de incêndios. Nos dados analisados é possível perceber que durante esse período de proibição do uso do fogo, ainda existem meses que registraram um elevado número de ocorrência de incêndios. Como a maioria das ocorrências de incêndios são provenientes de causas antrópicas (principalmente incendiários), percebe-se que a legislação não é respeitada por uma parte da população. Sendo assim, é importante que durante o período de proibição haja uma fiscalização e prevenção mais efetiva para procurar diminuir o número de ocorrências.

A Figura 2 relaciona a frequência relativa mensal média de ocorrências no período analisado.

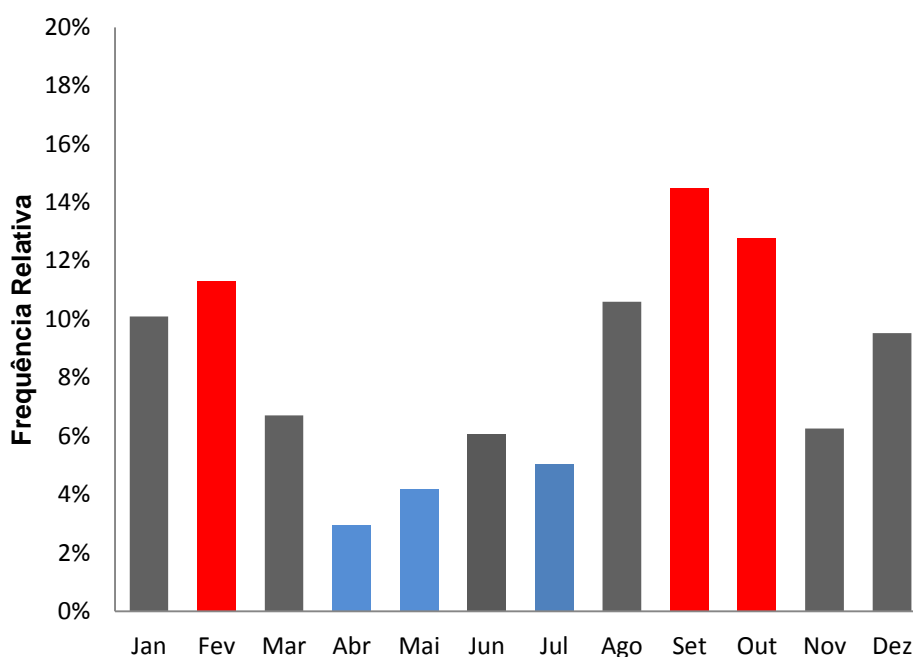


Figura 2 - Distribuição dos incêndios por mês, no período de 2008 a 2012.



## 4.2 Registro de incêndios e sua relação com os fatores ambientais

### 4.2.1 Quantidade de ocorrência de incêndios x precipitação média, temperatura e umidade relativa.

A Tabela 4 se refere ao quantitativo de incêndios em relação às condições meteorológicas de precipitação, temperatura e umidade relativa.

Tabela 4 - Quantidade de incêndios em relação às condições meteorológicas.

| <b>Mês</b>       | <b>Ocorrências Totais</b> | <b>Frequência Relativa (%)</b> | <b>Precipitação Pluviométrica (mm)</b> | <b>Temperatura Média (°C)</b> | <b>Umidade Relativa Média (%)</b> |
|------------------|---------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Janeiro</b>   | 1691                      | 10.10                          | 118.5                                  | 26.53                         | 79.11                             |
| <b>Fevereiro</b> | 1893                      | 11.31                          | 84.9                                   | 26.97                         | 77.67                             |
| <b>Março</b>     | 1124                      | 6.71                           | 157.6                                  | 26.68                         | 80.77                             |
| <b>Abril</b>     | 495                       | 2.96                           | 144.5                                  | 25.85                         | 82.86                             |
| <b>Mai</b>       | 699                       | 4.18                           | 52.4                                   | 23.58                         | 81.39                             |
| <b>Junho</b>     | 1015                      | 6.06                           | 38.1                                   | 22.55                         | 81.51                             |
| <b>Julho</b>     | 842                       | 5.03                           | 59.3                                   | 21.98                         | 83.06                             |
| <b>Agosto</b>    | 1774                      | 10.60                          | 76.5                                   | 22.35                         | 80.12                             |
| <b>Setembro</b>  | 2424                      | 14.48                          | 30.2                                   | 23.20                         | 76.47                             |
| <b>Outubro</b>   | 2141                      | 12.79                          | 144.1                                  | 24.43                         | 79.52                             |
| <b>Novembro</b>  | 1048                      | 6.26                           | 257.6                                  | 24.87                         | 82.02                             |
| <b>Dezembro</b>  | 1595                      | 9.53                           | 87.5                                   | 26.28                         | 79.37                             |
| <b>Total</b>     | <b>16741</b>              | <b>100</b>                     | <b>1251.06mm</b>                       | <b>24,61°C</b>                | <b>80.32%</b>                     |

A média de precipitação pluviométrica por mês foi de 104.25mm. No mês de setembro, que registrou a maior média de ocorrências de incêndios, ocorreu a menor precipitação pluviométrica média (30.2mm). O mês com menor número de ocorrência de incêndios (abril) apresentou precipitação pluviométrica média de 144,5mm. Embora não seja a maior média de precipitação, este o valor é significativo em relação à média total. O mês com maior precipitação pluviométrica média foi o de novembro, com média de 257,6mm. Este valor pode explicar o fato do mês de novembro ter uma queda entre os outros meses que vinham tendo um aumento do número de ocorrências, que corresponde entre os meses de agosto a fevereiro, obtendo, assim, um valor abaixo do número de ocorrências do que os outros meses com maiores números registrados. Os dados analisados foram demonstrados na Figura 3.

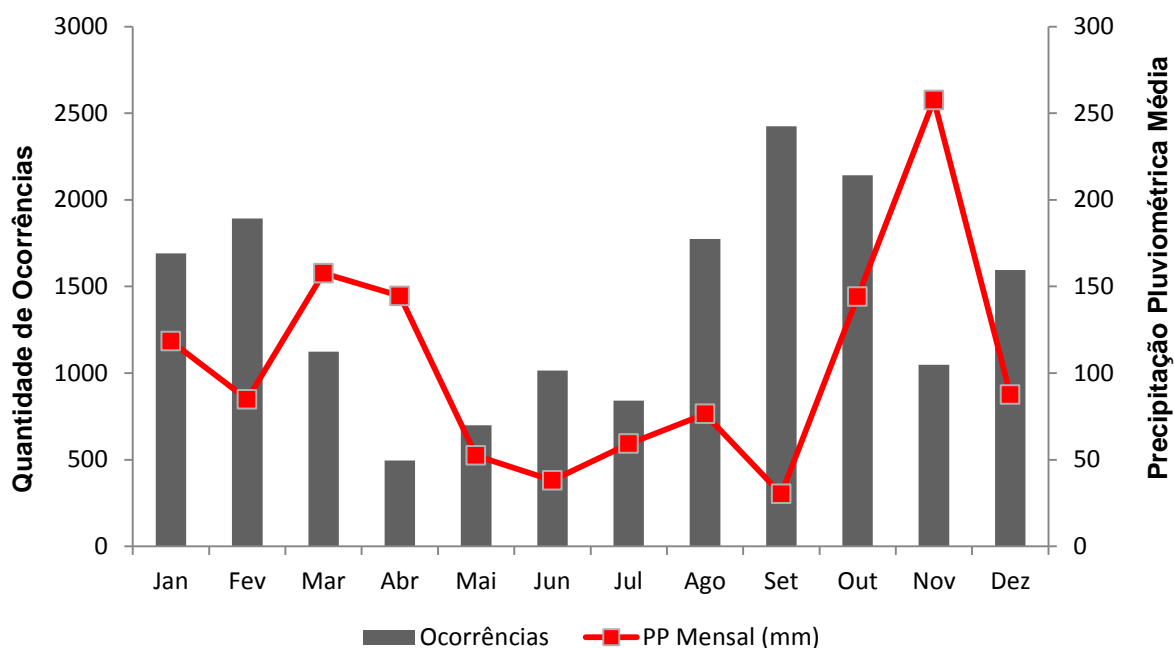


Figura 3 - Quantidade de ocorrências x Precipitação pluviométrica mensal (mm).

A temperatura média no período estudado foi de 24,6°C. O mês de setembro, com maior número de ocorrência, apresentou temperatura média de 23,2°C. Já o mês de abril, com menor número de ocorrência, apresentou uma média de 25,85°C. O mês de fevereiro foi o que obteve maior temperatura média (26,97°C), e houve um alto número de ocorrências de incêndios. Já o mês com menor temperatura média foi julho (21,98°C). Apesar disso, o fator temperatura média relacionado com o número de ocorrência de incêndios não apresentou uma relação significativa, como mostrado na Figura 4. As altas temperaturas tem importante influência no surgimento e na propagação do fogo, mas tal fator, como já foi ressaltado, deve estar relacionado com outras características para que se tenha maior influência na ocorrência do incêndio.

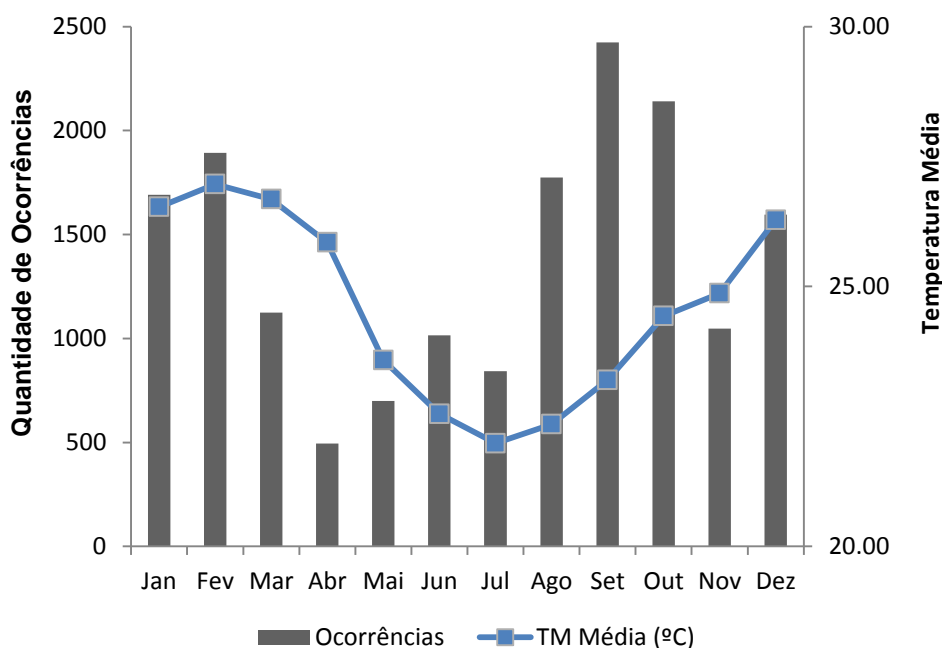


Figura 4 - Quantidade de ocorrências x Temperatura média mensal (°C).

A umidade relativa média durante o período analisado foi de 80,32%. O mês de setembro, com maior número de incêndios, apresentou-se como o mês com menor umidade relativa média (76,42%). Já o mês de abril, com menor número de incêndios, apresentou-se como o segundo mês com maior umidade relativa média (82,86%). O mês com maior umidade relativa média foi o mês de Julho (83,06%), estando este mês entre os meses com menores números de ocorrência de incêndios. Na Figura 5 é possível analisar que a umidade relativa média atua de forma inversa à quantidade de incêndios registrada.

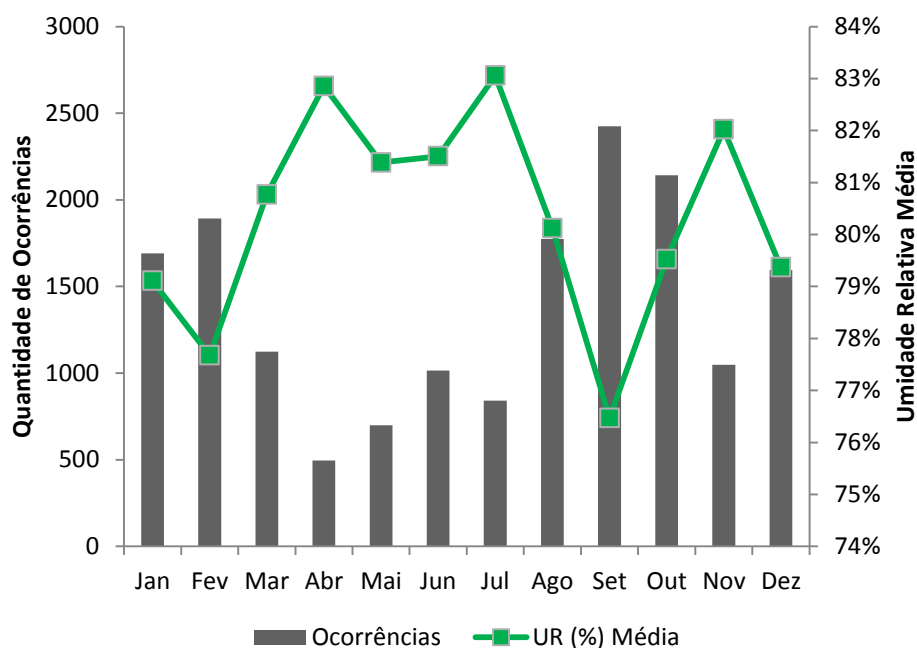


Figura 5 - Quantidade de incêndios x umidade relativa média (%).

No mês de Março, que compreende o início do período com menores índices de ocorrência de incêndios, é possível observar que ocorre um aumento na umidade relativa média. Quando a umidade começa a decair, em agosto, o mês apresenta aumento na quantidade de ocorrências, atingindo seu mínimo no mês de setembro, que é o de maior número de ocorrências. O mês de novembro demonstra um aumento na umidade relativa que pode ser proveniente do aumento da precipitação pluviométrica média nesse mesmo mês, fazendo com que a quantidade de ocorrências também diminua.

Após análise, foi possível perceber que a ocorrência de incêndios está diretamente relacionada com as condições meteorológicas do local, podendo influenciar em sua ignição, propagação e extinção. Porém, vale ressaltar que existem outros fatores de relevância na ignição do fogo em uma região, havendo outras ações que influenciam nesse processo, principalmente a prática de incendiários.

#### 4.2.2 Ocorrência de incêndios por estação do ano e período do dia

Na Tabela 5 é quantificado o registro de ocorrência de incêndios para cada uma das estações do ano.

Tabela 5 - Número de ocorrências de incêndios por estação do ano.

| Estação          | Número de Ocorrências |      |      |      |      | Total        | Frequência Relativa (%) |
|------------------|-----------------------|------|------|------|------|--------------|-------------------------|
|                  | 2008                  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |              |                         |
| <b>Verão</b>     | 137                   | 1165 | 1937 | 1165 | 421  | 4825         | 29.02                   |
| <b>Outono</b>    | 166                   | 352  | 744  | 480  | 421  | 2163         | 13.01                   |
| <b>Inverno</b>   | 523                   | 945  | 1442 | 1612 | 340  | 4862         | 29.24                   |
| <b>Primavera</b> | 949                   | 1525 | 1106 | 541  | 656  | 4777         | 28.73                   |
| <b>Total</b>     | 1775                  | 3987 | 5229 | 3798 | 1838 | <b>16627</b> | <b>100</b>              |

As maiores ocorrências de incêndios florestais foram verificadas no inverno e verão. A distribuição do número de incêndios nas diferentes estações do ano é representada na Figura 6.

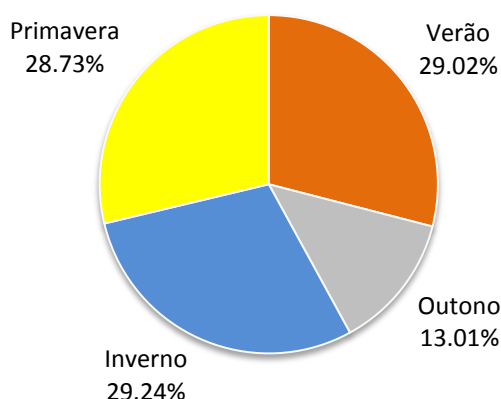


Figura 6 - Distribuição da ocorrência de incêndios em relação à estação do ano.

Na região, o inverno consiste na estação do ano mais propícia para a ocorrência de incêndios florestais. Isso ocorre pelo fato das estações do ano não serem bem definidas na região onde foi realizado o estudo. Ou seja, durante as estações que apresentaram maior concentração de ocorrência de incêndios não houve uma mudança climática considerável, mantendo o clima do local similar nas diferentes épocas propícias à ocorrência de incêndios. No outono, foi possível analisar um aumento na umidade relativa média, o que diminuiu a quantidade de ocorrências.

SOARES e SANTOS (2002) obtiveram resultados semelhantes em relação ao período de maior risco de ocorrência de incêndios florestais, referente aos meses de julho a novembro, que consistem nos meses de inverno e primavera, que, segundo os mesmos, corresponde à estação seca em quase todo território nacional. Soares (1989) também obteve dados semelhantes no período de 1983 a 1987.

Na região, durante a primavera e verão também há uma alta susceptibilidade à ocorrência de incêndios devido às altas temperaturas registradas e a elevada radiação solar.

A Figura 7 representa a porcentagem de ocorrência de incêndios durante o período diurno e noturno

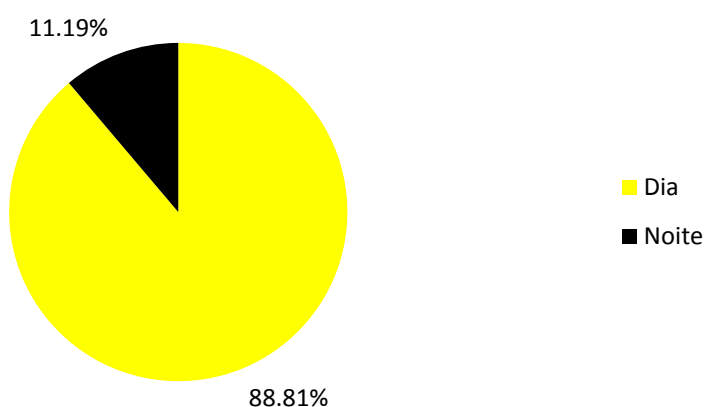


Figura 7 - Distribuição da ocorrência de incêndios no período noturno e diurno.

Foi possível observar que de 14.822 ocorrências, 88,81% dos incêndios registrados foram detectados no período diurno (06h01min até 18h00min), enquanto que 11,19% foram detectados no período noturno (18h01min até 06h00min). Isso ocorre por conta dessa parte do dia ser o momento onde são atingidas temperaturas, menores umidade relativa e incidências de radiação mais altas, aquecendo o material combustível e deixando-o mais susceptível a ignição do fogo e sua proliferação.

Para uma análise mais precisa quanto à distribuição dos incêndios ao longo de um dia, foi elaborado o gráfico com quantidade de ocorrências relacionada com o horário de detecção dos incêndios (Figura 8). Foram analisados 14.822 registros ao longo dos cinco anos de estudo.

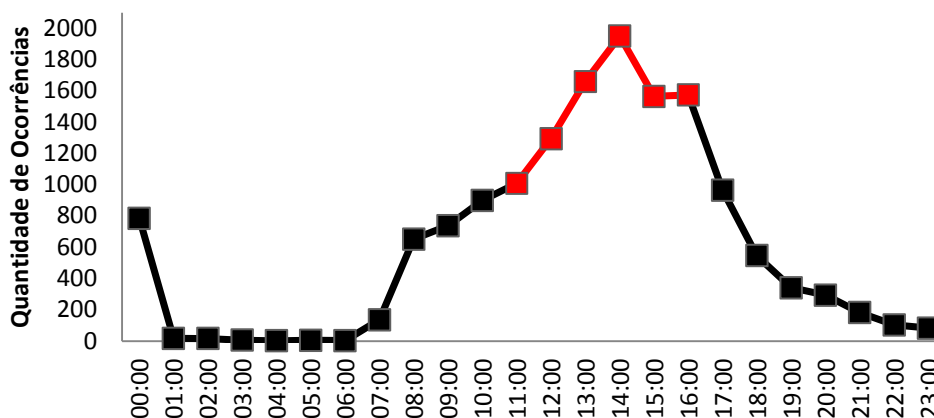


Figura 8 - Quantidade de ocorrências x hora de detecção.

Observou-se que grande parte dos incêndios teve início entre as 11h00min e 16h00min(61,05%). Este valor concentra-se mais durante esse período devido à variação da radiação solar, temperatura e umidade relativa, que influenciam na umidade dos materiais combustíveis e, conseqüentemente, na ignição do fogo e sua propagação.

### 4.3 Quantidade de ocorrências nas etapas de combate aos incêndios

A Tabela 6 se refere ao levantamento do tempo de mobilização distribuído em cinco intervalos de classes de tempo.

Tabela 6 - Intervalos de classes para tempo de mobilização.

| Classe       | Tempo de Mobilização (min) | Quantidade de Ocorrências | Frequência Relativa (%) |
|--------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| I            | < 1                        | 1197                      | 22.99                   |
| II           | 1 a 5                      | 3136                      | 60.24                   |
| III          | 6 a 10                     | 407                       | 7.82                    |
| IV           | 11 a 15                    | 182                       | 3.50                    |
| V            | > 15                       | 284                       | 5.46                    |
| <b>Total</b> |                            | <b>5206</b>               | <b>100.00</b>           |

Para uma mobilização eficiente, é ideal que a maioria das ocorrências esteja situada nas classes I e II. Os dados analisados mostraram que 83,23% das ocorrências estão situadas nas classes I e II, o que reflete um número eficiente. Mas, a quantidade de ocorrências situadas na classe V é preocupante, uma vez que em 5,46% das ocorrências demorou-se mais que 15 minutos para mobilização do

peçoal, cabendo aos gestores avaliarem os principais motivos para que a quantidade de ocorrências aumente sua concentração nas classes I e II.

Em relação ao deslocamento do ponto onde está situado a brigada para o local onde foi detectado o incêndio, foram analisados os fatores distância e tempo. Para analisar as distâncias percorridas pelos brigadistas durante os combates no período estudado, foram divididos os deslocamentos percorridos em intervalos de classes diferentes, conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Intervalos de classes para distância percorrida no deslocamento.

| <b>Classe</b> | <b>Distância Percorrida (Km)</b> | <b>Quantidade de Ocorrências</b> | <b>Frequência Relativa (%)</b> |
|---------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| <b>I</b>      | Até 10                           | 1145                             | 20.04                          |
| <b>II</b>     | 11 - 20                          | 1213                             | 21.23                          |
| <b>III</b>    | 21 - 30                          | 1039                             | 18.18                          |
| <b>IV</b>     | 31 - 40                          | 717                              | 12.55                          |
| <b>V</b>      | 41 - 50                          | 491                              | 8.59                           |
| <b>VI</b>     | 51 - 60                          | 411                              | 7.19                           |
| <b>VII</b>    | 61 - 70                          | 271                              | 4.74                           |
| <b>VIII</b>   | 71 - 80                          | 158                              | 2.77                           |
| <b>IX</b>     | 81 - 90                          | 104                              | 1.82                           |
| <b>X</b>      | 91 - 100                         | 65                               | 1.14                           |
| <b>XI</b>     | >100                             | 100                              | 1.75                           |
| <b>Total</b>  |                                  | <b>5714</b>                      | <b>100.00%</b>                 |

Sendo assim, 59,45% das ocorrências de incêndios estão refletidas nas Classes I, II e III. Até 30 km de distância percorrida num deslocamento para combate a incêndios florestais pode ser considerada uma distância aceitável. Contudo, o gestor ainda precisa instaurar novos meios para melhorar a logística e obter novos números referentes às outras classes de distâncias. Essa melhoria pode consistir na construção de novas estradas entre os talhões ou a instalação de novos pontos de abrigo para a brigada de incêndio, construídos em locais estratégicos que possam estar influenciando na deficiência durante a etapa de deslocamento.



O tempo gasto pelos brigadistas para chegarem ao local do incêndio foi distribuído em três intervalos de classes de tempo. Os dados foram dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 - Intervalo de classes de tempo para deslocamento.

| <b>Classe</b> | <b>Tempo de Deslocamento (min)</b> | <b>Quantidade de Ocorrências</b> | <b>Frequência Relativa (%)</b> |
|---------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| I             | ≤30                                | 3379                             | 59,55                          |
| II            | 31-60                              | 1654                             | 29,15                          |
| III           | >60                                | 641                              | 11,30                          |
| <b>Total</b>  |                                    | <b>5674</b>                      | <b>100.00%</b>                 |

A maioria das ocorrências apresentou tempo de deslocamento referente à Classe I (59,55%), mostrando que a maioria das ocorrências foi atendida de forma eficiente. Contudo, o número de ocorrências situadas nas Classes II e III ainda é considerado alto, cabendo ao gestor detectar as possíveis deficiências no deslocamento em considerável número de ocorrências e efetuar medidas para que a quantidade de ocorrências na Classe I aumente e que as da Classe III, principalmente, possam diminuir.

Para analisar os dados referentes ao tempo gasto do início do combate até o final, foram definidas classes de tempo para o tempo de combate, dispostos na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 - Intervalo de classes de tempo de combate.

| <b>Classe</b> | <b>Tempo de Combate (min)</b> | <b>Quantidade de Ocorrências</b> | <b>Frequência Relativa (%)</b> |
|---------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| I             | ≤15                           | 814                              | 11.29                          |
| II            | 16 – 30                       | 1293                             | 17.93                          |
| III           | 31 – 45                       | 990                              | 13.73                          |
| IV            | 46 – 60                       | 720                              | 9.98                           |
| V             | 61 – 120                      | 1692                             | 23.46                          |
| VI            | 121 – 180                     | 817                              | 11.33                          |
| VII           | >180                          | 887                              | 12.30                          |
| <b>Total</b>  |                               | <b>7213</b>                      | <b>100.00%</b>                 |

Os combates com menos de 60 minutos de duração, classes I a IV, constam de 53,93% do total de combates registrados, o que representa eficiência no combate. A maioria das ocorrências demonstrou que 23,46% dos combates estão

dentro de um intervalo de 61 a 120 minutos, sendo considerado um alto número de ocorrências, cabendo ao gestor estabelecer medidas efetivas de combate.

Foi possível avaliar 1.813 registros do tempo de rescaldo, dispostos na Tabela 10 seguido dos intervalos de classe de tempo definidos.

Tabela 10 - Intervalo de classe de tempo de rescaldo.

| <b>Classe</b> | <b>Tempo de Rescaldo (min)</b> | <b>Número de Ocorrências</b> | <b>Frequência Relativa (%)</b> |
|---------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>I</b>      | ≤15                            | 691                          | 38.11                          |
| <b>II</b>     | 16 - 30                        | 600                          | 33.09                          |
| <b>III</b>    | 31 - 45                        | 202                          | 11.14                          |
| <b>IV</b>     | > 45                           | 320                          | 17.65                          |
| <b>Total</b>  |                                | <b>1813</b>                  | <b>100.00%</b>                 |

A maior parte das operações de rescaldo foi realizada nas Classes I e II (71,02%). Já a Classe IV que corresponde aos rescaldos com mais de 45 minutos de duração, os valores atingem uma porcentagem de 17,65%. Em incêndios de grande proporção é comum que os rescaldos sejam mais demorados para que se tenha um eficiente resultado na total extinção do fogo. Uma detecção rápida, mobilização, deslocamento e combate rápidos, certamente farão com que a área queimada seja pequena e o tempo de rescaldo seja também pequeno.

#### **4.4 Avaliação da eficiência de combate de acordo com a área queimada.**

A Tabela 11 refere-se às classes de tamanhos dos incêndios florestais no período analisado.

Tabela 11 - Intervalo de classe de tamanhos de área queimada.

| <b>Classe</b> | <b>Tamanhos (ha)</b> | <b>Ocorrência de Incêndios</b> | <b>Frequência Relativa (%)</b> |
|---------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>I</b>      | 0 – 0,09             | 1431                           | 15.03                          |
| <b>II</b>     | 0,1 – 4,0            | 6678                           | 70.15                          |
| <b>III</b>    | 4,1 – 40,0           | 1399                           | 14.70                          |
| <b>IV</b>     | 41,0 – 200,0         | 12                             | 0.13                           |
| <b>V</b>      | >200,0               | 0                              | 0.00                           |
| <b>Total</b>  |                      | <b>9520</b>                    | <b>100.00</b>                  |

Os resultados mostraram uma elevada eficiência do sistema de combate aos incêndios florestais, pois a grande maioria das ocorrências (85,18%) teve área

queimada menor ou igual a quatro hectares. No entanto, em 14,83% das ocorrências a área queimada foi elevada, resultando em um prejuízo maior para a empresa, onde a mesma deverá entrar com melhorias, principalmente nas etapas de combate onde foram encontradas significativas quantidades de ocorrências de incêndios em intervalos de classes maiores, nas análises realizadas de forma específica.

#### 4.5 Características das áreas queimadas

No registro de ocorrência de incêndios, foram caracterizadas as áreas em que houve a ocorrência de fogo como: plantio, áreas vizinhas e área de preservação. Sendo assim, foi feito um levantamento da característica das áreas atingidas ao longo do período estudado, dispostos na Tabela 12.

Tabela 12 - Ocorrência de incêndios em função da característica da área atingida.

| <b>Característica da Área Atingida</b> | <b>Ocorrência de Incêndios</b> | <b>Frequência Relativa (%)</b> |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>Plantio</b>                         | 7672                           | 63.18                          |
| <b>Vizinho</b>                         | 2708                           | 22.30                          |
| <b>Preservação</b>                     | 1764                           | 14.53                          |
| <b>Total</b>                           | <b>12144</b>                   | <b>100.00%</b>                 |

Observou-se que 63,18% dos incêndios registrados atingiram áreas de plantio. 22,3% foram incêndios ocorridos em áreas vizinhas e 14,53% atingiram áreas de preservação. A grande maioria das ocorrências está situada na área de plantio. E esse fator pode estar relacionado com o fato de que essa seja o principal objetivo dos incendiários, que correspondem à maioria das causas da ocorrência de incêndios. Os valores para áreas vizinhas e de preservação também são altos e devem ser levados em consideração pelo gestor. Aumento na prática de campanhas educativas e a conscientização do uso do fogo são alternativas que podem minimizar essas ocorrências. Além disso, a fiscalização deve ser mantida e, se possível, aumentada para uma intimidação na ação de incendiários.

#### 4.6 Ocorrências de incêndios florestais por região

A Figura 9 demonstra a distribuição dos registros de ocorrências de incêndios por regional estudada, num total de 15.470 ocorrências registradas.

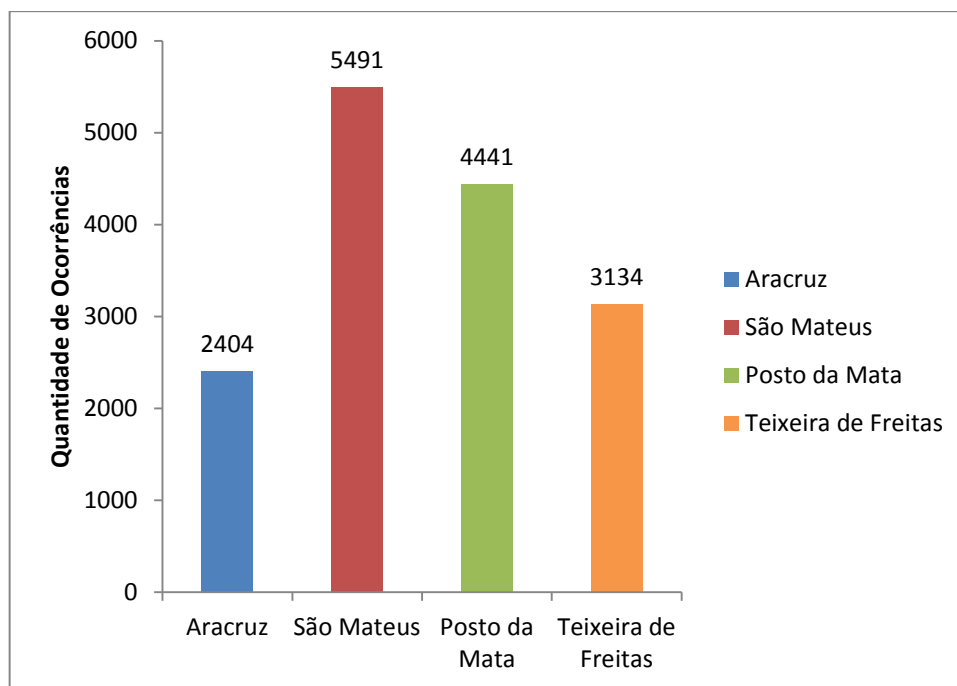


Figura 9 - Ocorrência de incêndios por região (2008 a 2012).

A regional São Mateus foi a que apresentou maior registro de ocorrência de incêndios (35,49% das ocorrências), seguido da regional Posto da Mata (28,71% das ocorrências) e Teixeira de Freitas (20,26% das ocorrências). Aracruz teve a menor concentração de ocorrência de incêndios (15,54%). Sendo assim, os gestores devem demonstrar maiores atenções as regionais de São Mateus e Posto da Mata para o trabalho de prevenção a combate aos incêndios florestais.

## 5 CONCLUSÕES

- Os meses de setembro, outubro e fevereiro apresentaram maior quantidade de ocorrência de incêndios. Já os meses de abril, maio e julho apresentaram menor quantidade de registros ao longo dos cinco anos estudados.
- Existe uma relação direta entre a precipitação e a umidade relativa com a ocorrência de incêndios florestais.
- As temperaturas médias não variaram de forma significativa, por conta das características da região, portanto, não foi possível analisar influências significativas em relação às temperaturas e o número de ocorrências.
- A ocorrência de incêndios depende da influência de outros fatores externos além das condições meteorológicas.
- Deve ser realizada uma análise do conjunto de ações antrópicas e naturais que influenciam as ocorrências dos incêndios florestais.
- O outono apresentou menor quantidade de ocorrência de incêndios, sendo a primavera, verão e inverno com números bastante similares. Isso ocorreu pelo fato da região não ter suas estações bem definidas ao longo do ano, sendo as características dos fatores climáticos, nas três estações, semelhantes.
- A maioria das ocorrências foi registrada no período diurno (88,81%). O período entre 11h e 16h concentrou o maior número de registro de ocorrências.
- A análise das etapas do combate a incêndios florestais demonstrou resultados satisfatórios em sua maioria. A prevenção e combate na empresa são eficientes. Apenas 0,13% das ocorrências apresentou área queimada maior que 41 ha. 85,18% dos incêndios queimaram até 4,0 ha de área.
- A maioria das ocorrências correspondeu a áreas de plantio, causando um prejuízo econômico direto. É importante também sempre efetuar o combate em áreas vizinhas, evitando a continuidade do fogo para áreas de plantio.
  - A região de São Mateus teve maior concentração de ocorrência de incêndios (35,49%). Aracruz apresentou menor concentração (15,54%).

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDAN, J. Forest fire in countries of northern, eastern and central Europe. In: **Forest fire – Prevention and Control**. Forestry Science/United Nations, New York. 1982. p 93-96.
- BATISTA, A. C.; BEUTLING, A.; PEREIRA, J. F. Estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, Outubro, vol.37, n.5, p 779-787. 2013.
- BERNARDINO, S.; LOURENÇO, L.; GONÇALVES, J. **Incêndios florestais e risco de ignição nos distritos de Coimbra e Castelo Branco, entre 1981 e 2010**. Grandes incêndios florestais, erosão, degradação e medidas de recuperação dos solos, NIGP, p. 45-61, 2013.
- BONTEMPO, C. G.; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A.; DOULA, S, M.; SILVA, E.; JACOVINE, L. A. G. Registro de Ocorrência de Incêndio (ROI): evolução, desafios e recomendações. **Revista Biodiversidade Brasileira**. Ano I, n.2, p.247-263. 2011.
- COUTO, E. A.; CANDIDO, J.F. **Incêndios Florestais**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 101 p.1980.
- CROSBY, J.S. Probability of fire occurrence can be predicted. In: SOARES, R.V. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro paranaense. *Revista Floresta*, p. 46-49. 1974.
- CRUZ, M.G.; VIEGAS, D.X. Caracterização do comportamento do fogo em complexos combustíveis comuns na Região Centro de Portugal. **Silva Lusitânia**, v. 9 n. 1.p 13-34. 2001.
- DAVIS, K.P. **Forest fire: control and use**. New York, McGraw-Hill, 584p.1959.
- LOURENÇO, L.; BERNARDINO, S. Condições meteorológicas e ocorrência de incêndios florestais em Portugal Continental (1971-2010). **Cadernos de Geografia, Coimbra**, FLUC-PT, n.32, p.105-132, 2013.
- MELO, R.R; STANGERLIN, D.M.; MULLER, T.M; BELTRAME, R. Evolução do setor florestal brasileiro. **4º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal**. 2008. p. 223-229.
- NUNES, J.R.S. FMA+, **Um novo Índice de Perigo de Incêndios Florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.
- SANTOS, J. F. **Estatísticas dos Incêndios Florestais em Áreas Protegidas no Período de 1998 a 2002**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 94p. 2004.
- SCHROEDER, M. J.; BUCK, C. C. **Fire weather**. USDA Forest Service, Agriculture Handbook 360. 229 p. 1970.

SOARES, R. V. **Incêndios Florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 213p. 1985.

SOARES, R. V. **Novas tendências no controle de incêndios florestais**. Revista Floresta, UFPR, v 30. n.12. p 11-21. 2000.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, 2007. 250 p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Meteorologia e Climatologia Florestal**. UFPR - Curitiba, 2004. 195 p.

SOARES, R.V.; Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. **Revista Floresta**, n.22. 1995. p 39-54.

SOARES, R.V. SANTOS, J.F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Floresta**, Curitiba, v.32, n.2, p.219-232, 2002.

TEBALDI, A.L.C.; FIEDLER, N.C.; SANT'ANNA, C.M.; MINETTE, L.J. **Controle de Incêndios Florestais: Contribuições para o Corredor Central da Mata Atlântica**. Cariacica, ES, IEMA, 2012. 156 p.

TETTO, A. F. **Comportamento Histórico dos Incêndios Florestais na Fazenda Monte Alegre no período de 1965 a 2009**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.