



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

WESLEN PINTOR CANZIAN

**ANÁLISE DE TÉCNICAS DE COMBATE A INCÊNDIOS EM PLANTIOS DE
EUCALIPTO**

JERÔNIMO MONTEIRO-ES
FEVEREIRO 2016

WESLEN PINTOR CANZIAN

**ANÁLISE DE TÉCNICAS DE COMBATE A INCÊNDIOS EM PLANTIOS DE
EUCALIPTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, na área de concentração Ciências Florestais.
Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

JERÔNIMO MONTEIRO– ES

FEVEREIRO 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

C235a Canzian, Weslen Pintor, 1990-
Análise de técnicas de combate a incêndios em plantios de eucalipto/
Weslen Pintor Canzian. – 2016.
45f. : il.

Orientador: Nilton Cesar Fiedler.

Coorientador: Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Incêndios florestais. 2. Carbonização. 3. Florestas plantadas. I. Fiedler, Nilton Cesar. II. Binoti, Mayra Luiza Marques da Silva. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 630

ANÁLISE DE TÉCNICAS DE COMBATE A INCÊNDIOS EM PLANTIOS DE EUCALIPTO

WESLEN PINTOR CANZIAN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, na Área de concentração Ciências Florestais.
Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

Aprovada em: 29 de fevereiro de 2016.



Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral
UFES
Examinador Externo



Prof. Dr. Adriano Ribeiro de Mendonça
UFES
Examinador Interno



Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler
UFES
Orientador

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 IMPORTÂNCIA DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO	15
2.2 INCÊNDIOS FLORESTAIS	15
2.2.1 CAUSAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS	17
2.2.2 ACEIROS.....	20
2.3. RETARDANTE QUÍMICO	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	22
3.1.1. KIT DE COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	22
3.1.2 CAF'S.....	24
3.1.3 CAMINHÃO-PIPA	25
3.2 CONTROLE DA VEGETAÇÃO DE SUB-BOSQUE NO COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	26
3.3 RELAÇÃO ENTRE ALTURA DO SUB-BOSQUE E CARBONIZAÇÃO DA CASCA EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTO AFETADOS POR INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	31
4.2 CONTROLE DA VEGETAÇÃO DE SUB-BOSQUE NO COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	35
4.3 RELAÇÃO ENTRE ALTURA DO SUB-BOSQUE E CARBONIZAÇÃO DA CASCA EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTO AFETADOS POR INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	39
5 CONCLUSÕES	41
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1–Causas de incêndios florestais identificadas no Brasil no período de 1965 a 2009.....	18
Figura 2–Kit combate aos incêndios florestais.....	22
Figura 3–Medidor de nível de água e de retardante	23
Figura 4–Procedimentos de medição das vazões	23
Figura 5 – Caf's	24
Figura 6 –Caminhão pipa com mangueira ¾’’ (A)e canhão (B).....	26
Figura 7 – Esquema das parcelas alocadas em campo.....	29
Figura 8 – Representação da medição da altura de carbonização	30
Figura 9 – Representação da divisão entre sub-bosque	30
Figura 10 – O fogo e o manejo da vegetação.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem de área queimada e de ocorrências de incêndios florestais no PNSC em relação à causa no período de 1988 a 2008.....	19
Tabela 2– Representação dos testes.....	28
Tabela 3 – Médias dos parâmetros analisados em cada sistema de combate.....	31
Tabela 4 – Vazão (L.min. ⁻¹) dos recursos de combate aos incêndios florestais.....	32
Tabela 5 – Tempo de uso médio (min.) do tanque de água de cada sistema de combate	33
Tabela 6 – Tempo de uso médio (min.) em cada 1.000 litros água de cada sistema de combate	34
Tabela 7 – Volume total disponível (L) em cada sistema de combate	34
Tabela 8 – Análise de variância dos métodos (A) e técnicas (C) de combate a incêndios florestais e controle da vegetação (E), no município de Aracruz (ES).....	35
Tabela 9 – Análise de variância do efeito de métodos de combate (A) dentro de técnicas de combate (C) e controle da vegetação (E) no município de Aracruz (ES)	36
Tabela 10 – Tempos médios (min.) das técnicas de combate sobre efeito do método usado e controle da vegetação	36
Tabela 11 – Análise de variância de técnicas de combate (C) dentro de métodos de combate (A) e controle da vegetação (E) no município de Aracruz (ES).....	36
Tabela 12 – Tempos médios (min.) dos métodos de combate sobre efeito das técnicas de combate e manejo da vegetação	37
Tabela 13 – Análise de variância do controle da vegetação (E) dentro de métodos de combate (A) e técnicas de combate (C) no município de Aracruz (ES).....	37
Tabela 14 – Tempos médios (min.) do manejo da vegetação sobre efeito dos métodos e técnicas de combate	38

AGRADECIMENTOS

AGRADEÇO:

Primeiramente a DEUS, que está acima de tudo e graças à sua benção divina foi possível vencer mais essa batalha em minha vida.

À grande fortaleza, que é minha família. Ao meu pai Luiz Paulo Canzian, minha mãe Maria Inea Pintor Canzian, que jamais mediram esforços em oferecer uma das coisas mais preciosas da vida, o estudo.

À minha irmã Estefânia Pintor Canzian pelo apoio e por ser uma pessoa muito especial na minha vida.

Ao meu orientador Nilton Cesar Fiedler, que acima de tudo é um grande amigo, pessoa que admiro muito, que sempre esteve muito presente e nunca mediu esforços em fazer o melhor para que este trabalho fosse realizado.

À Fibria e toda equipe pelo apoio na pesquisa com equipamentos e disponibilidade de trabalho na Empresa. Especialmente ao Edimilson, Jailson e Reginaldo pelos conselhos durante a realização do estudo e pela oportunidade de sempre estar aprendendo mais.

Ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade do Federal do Espírito Santo, onde tive a oportunidade de realizar minha Graduação e posteriormente o Mestrado pela estrutura, oportunidade e incentivos.

A FAPES e a CAPES pelo apoio financeiro pela concessão de bolsa de estudos.

Aos professores do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, principalmente aos que tiveram participação direta na minha formação.

À Kelly Nery Bighi por todo companheirismo, carinho e compreensão.

Ao Igor Batista Brinate por todo auxílio durante esses anos de trabalho juntos.

A todos os amigos que participaram de forma direta ou indireta.

Aos companheiros de pelada e aos membros dos dois times da Pós-Graduação que proporcionamos 2 títulos ao Departamento, Intercurso (2014) e Copa Primavera (2015).

RESUMO

CANZIAN, W. P. **Análise de técnicas de combate a incêndios em plantios de eucalipto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES. Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler. Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

Este estudo teve como objetivo avaliar mecanismos de combate e técnicas de manejo do fogo em florestas plantadas. De forma específica foram avaliados a eficiência no uso da água em diferentes sistemas de combate aos incêndios florestais; a eficiência de dois sistemas de combate aos incêndios florestais, com diferentes metodologias de eliminação do fogo e distintos manejos da vegetação do sub-bosque em plantio de eucalipto com 6 anos de idade e os efeitos da altura da vegetação sobre a altura de carbonização em florestas plantadas. A avaliação da eficiência do uso da água em diferentes sistemas de combate aos incêndios florestais que a empresa utiliza foi mensurado a partir da capacidade de transporte de volume de água dos tanques, vazão de espuma durante o combate, tempo de uso, poder de transformação do volume de água em volume de espuma e volume total disponível. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. A avaliação dos métodos e técnicas de combate sobre o efeito do manejo da vegetação do sub-bosque de plantios de eucalipto foi realizado em um talhão de eucalipto de 6 anos de idade. Foram montadas 40 parcelas de 9 x 21 m, onde avaliou-se a eficiência dos tratamentos em eliminar o fogo e análise sobre o tempo de realização da linha úmida e o tempo do combate direto. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. A análise entre as alturas do sub-bosque florestal com a altura de carbonização da casca das árvores em povoamentos de Eucalipto foi realizada com o estudo da correlação de Pearson. Foram utilizados os registros de ocorrências dos incêndios florestais na empresa entre os meses de outubro de 2014 a março de 2015, totalizando 1094 registros. Entre os sistemas de combate analisados, o Caf[®]s com a tecnologia de aplicação de espuma foi o que apresentou melhores resultados, sendo que o fator determinante para seu destaque foi a capacidade de transformação do volume de água em volume de espuma. Na avaliação entre os efeitos dos métodos e técnicas de combate sobre o efeito da altura do sub-bosque, pode-se notar que os dois métodos de combate apresentaram resultados satisfatórios, uma vez que, em todas as situações conseguiram combater e impedir a propagação do fogo. Eles

assemelharam em 75% dos testes realizados, tendo apenas superioridade e diferença significativa no teste do Caf's na realização de linha úmida em áreas sem roçada. Além disso, pode-se observar que o tempo para a realização do combate direto é melhor do que o tempo de confecção de aceiros e que as áreas roçadas proporcionaram tempos médios menores tanto na confecção da linha úmida como no combate direto. A análise entre a altura da vegetação sobre altura de carbonização apresentou uma forte correlação positiva, com valores do coeficiente de Pearson acima de 0,95. Isso significa que quanto mais alta a vegetação no sub-bosque florestal maiores serão as alturas de carbonização nas árvores. Essa altura de carbonização implica na perda de madeira para produção de celulose. Assim, a realização da roçada da vegetação em áreas críticas de ocorrência de incêndios é uma das medidas mitigadoras a serem adotadas para minimizar as perdas de madeira por carbonização.

Palavras-chave: incêndios florestais, carbonização, florestas plantadas.

ABSTRACT

CANZIAN, W. P.. **Fire study in planted forests**. 2016. Dissertation (Master of Forest Science) - Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor: Prof. Dr. Nilton César Fiedler. Coadvisor: Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

This study aimed to evaluate combat mechanics and fire management techniques in planted forests, specifically evaluated the efficiency of water use in different fighting forest fires systems, the efficiency of two of fighting forest fires systems, with different methods of elimination of fire and different managements of the understory vegetation in eucalyptus plantations with 6 years of age and the effects of vegetation height of the carbonization time planted forests. The evaluation of the efficiency of water use in different fighting forest fires systems the company uses has been measuring from the volume of water carrying capacity of the tanks, foam flow during combat, use of time, the power of transformation volume of water in foam volume and total volume available. Data were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey test. The evaluation methods and combat techniques on the effect of management of vegetation understory of eucalyptus plantations was conducted at a eucalyptus plot of 6 years old. 40 plots of 9 x 21 m, which evaluated the effectiveness of treatments to eliminate fire and analysis on the time of completion of the wet line and the time of the direct combat were assembled. Data were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey test. The analysis between the heights of the forest understory with the height of charring the bark of trees in stands of Eucalyptus was carried out to study the correlation of Pearson. records of occurrences of forest fires of the company were used between the months of October 2014 to March 2015, totaling 1 094 records. Among the combat systems analyzed, Caf's with the foam application technology showed the best results, and the determining factor for its highlight was the ability to change the volume of water in foam volume. In the evaluation of the effects of the methods and control techniques on the effect of sub-wood time, it may be noted that both combat methods presented satisfactory results, since, in all cases able to combat and prevent the spread of fire. They resembled 75% of the tests, with only significant difference in superiority and Caf's test in performing wet line areas without mowing. Moreover, it can be observed that the time to carry out the direct combat is better than the cooking time of firebreaks and the mowed treatments provided lower average times

both in the manufacture of wet line as in direct combat. The analysis of the height of the vegetation on carbonization time showed a strong positive correlation with Pearson's coefficient above 0.95. This means that the higher the height of the vegetation in the largest forest understory are the carbonization heights in the trees. This carbonization time implies the wood loss for the company's pulp production, so the realization of the management of vegetation in critical areas of fire occurrence is one of the mitigation measures to be adopted to minimize timber losses carbonization.

Keyword: forest fires, carbonization, planted forests.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Assim como em qualquer setor econômico, o florestal está sempre buscando soluções para evitar perdas econômicas e se manter competitivo dentro do mercado. Especificamente nas empresas florestais um dos maiores causadores dessas perdas é o incêndio florestal, que atinge as três faces do triângulo da sustentabilidade, sendo elas, ambiental, social e econômica.

Os altos custos da formação de uma floresta de eucalipto para produção de celulose, associado à alta demanda de madeira no processo fabril com a escassez de madeira no mercado, estão induzindo o avanço das pesquisas quanto ao entendimento dos incêndios florestais, uma vez que são praticamente inevitáveis nas empresas.

As ações de prevenção de incêndios podem ocorrer de diversas maneiras, como campanhas educacionais em rodovias e comunidades próximas a plantios florestais, vigilância com câmeras de segurança, avaliação dos índices de risco de incêndios, vigilância por patrulha, manejo da vegetação, dentre outras.

A atuação preventiva nos incêndios florestais é muito importante para minimizar os danos. Porém, as empresas, em geral, não direcionam consideráveis recursos para prevenção devido ao fato da ocorrência do incêndio florestal ser um fenômeno casual, ou seja, pode ou não existir em um determinado momento. Dessa forma, em períodos e situações que venha a não existir um incêndio, os gastos com a prevenção teriam sido desnecessários. Além do mais, por mais eficaz que seja o sistema de prevenção, sempre existirá a possibilidade de ocorrência de incêndios florestais.

Assim, as empresas disponibilizam recursos para ambas as situações, para prevenção e combate aos incêndios, tentando haver um equilíbrio e um ponto ótimo, de forma a evitar a ocorrência do incêndio e eliminá-lo quando ocorrer.

As técnicas de combate tradicionais vêm sendo modificadas e adaptadas de acordo com a necessidade. A disponibilidade de água que já era difícil tem tornado ainda mais complexa, principalmente pelas mudanças ambientais do planeta. De acordo com Fiedler et al. (2015), a água está cada vez mais escassa e o uso de novos recursos que proporcionam maior rendimento no combate de incêndios florestais torna-se essencial.

Dessa forma, a importância desse estudo está na geração de informações quanto à viabilidade do aprimoramento e/ou novas técnicas de prevenção e combate aos incêndios florestais de forma mais eficiente.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar mecanismos de combate e técnicas de manejo do fogo em florestas plantadas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficiência no uso da água em diferentes sistemas de combate aos incêndios florestais.
- Avaliar a eficiência de dois sistemas de combate aos incêndios florestais, com diferentes metodologias de eliminação do fogo e distintos manejos da vegetação do sub-bosque em plantio de eucalipto com 6 anos de idade.
- Avaliar os efeitos da altura da vegetação sobre a altura de carbonização em florestas plantadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

A introdução de plantios de *Eucalyptus* no Brasil com finalidade econômica ocorreu para atender as necessidades da Companhia Paulista de Estradas de Ferro para produção de dormentes e energia para as locomotivas (MACHADO, 2014).

As décadas de 1970 e 1980, com a vigência dos incentivos fiscais, dentre eles o Fundo de Investimentos Setoriais (FISSET) destacaram-se por ser a época com grande área reflorestada no país. Esse programa proporcionou plantios em grande escala, uma vez que as empresas podiam abater até 50% dos impostos de renda em sistemas de reflorestamento (JUVENAL e MATTOS, 2002).

No âmbito social, o setor florestal sustenta altos índices empregatícios, o que proporciona maior possibilidade de distribuição de renda para a sociedade (CARVALHO; SOARES e VALVERDE, 2005).

De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), em 2015 o Brasil possuía em torno de 7,74 milhões de hectares de florestas plantadas, que corresponde a 0,9% do território brasileiro, sendo representado por 71,9% de eucalipto, 21,4% de pinus e o restante constituído principalmente por acácia, teca, seringueira e paricá. A maior parte da madeira oriunda dos plantios é destinada para produção de celulose e papel, que corresponde a 34% do total dos plantios (IBÁ, 2015). Já em 2014, 5,5% do Produto Interno Bruto (PIB) industrial brasileiro (R\$ 60,6 bilhões), foi originado da produção florestal. Além disso, pode-se notar também a influência do setor nas exportações do país, totalizando US\$ 8,4 bilhões, correspondendo a 3,8% do total das exportações brasileiras (IBÁ, 2015).

Ambientalmente a significância dos plantios florestais pode não ser tão conhecida, entretanto, os 7,74 milhões de hectares de árvores plantadas absorvem 1,69 bilhões de toneladas de CO₂ da atmosfera (IBÁ, 2015), além de contribuir com a manutenção de recursos hídricos, edáficos e a qualidade do ar (FREITAS, 2004).

2.2 INCÊNDIOS FLORESTAIS

De acordo com Batista e Soares (2003) um incêndio florestal nada mais é do que uma combustão sem controle que se propaga livremente consumindo os materiais

combustíveis naturais de uma vegetação, alterando apenas com os tipos de ambiente e as influências provenientes dos combustíveis vegetais, do clima e da topografia.

Incêndio florestal é todo fogo sem controle que ocorre sobre qualquer tipo de vegetação, podendo ser provocado por ação antrópica (intencionalmente ou por negligência), ou por fonte natural (IBAMA, 1998).

Velez (2000) classifica como incêndio florestal todo fogo descontrolado que queima uma floresta, podendo ser ocasionado de forma natural ou antrópica. Para Fonseca e Ribeiro (2003), incêndio florestal é definido como o acontecimento de fogo em algum combustível vegetal, cujos motivos podem ser naturais ou criminosos, podendo também em certas ocasiões ser acidental e, conseqüentemente, sendo inesperado pelo responsável da área atingida.

Parizzoto et al. (2008) citaram que os incêndios florestais são os maiores causadores de danos que as florestas podem sofrer. Os mesmos autores, apesar de saberem da importância do fogo no desenvolvimento humano desde a era primitiva, ressaltam que os incêndios florestais atingiram níveis preocupantes, pois estão ameaçando a manutenção da biodiversidade, os sistemas sustentáveis das florestas, benfeitorias e até mesmo as pessoas.

Tetto (2012) afirmou que os incêndios florestais causam diversos danos ambientais, econômicos e sociais em todo o planeta. Além disso, o mesmo tem como projeção para o futuro, um aumento da frequência e intensidade das ocorrências.

Para Magalhães, Lima e Ribeiro (2012) os incêndios florestais são um dos maiores modificadores e problemáticos acontecimentos que podem ocorrer a específicos ecossistemas. Além disso, são capazes de interferirem nas condições climáticas e contribuir para a poluição atmosférica.

Os incêndios florestais contribuem com a destruição da camada de ozônio e com o aumento do efeito estufa. A grande quantidade de CO₂ que é produzida pelos incêndios podem apresentar conseqüências de longo prazo como o efeito estufa. Entretanto, apresentam grande potencial de provocar danos imediatos, como a destruição do solo, poluição do ar, danos a fauna e flora (CUSTÓDIO, 2006).

De acordo com Battaglin (2012), os incêndios ocorridos no Brasil são capazes de proporcionar efeitos em escala global pelo fato de interferir na composição química da atmosfera. O autor ressalta a capacidade que esses incêndios apresentam em

modificarem as condições do clima em magnitudes regionais principalmente sobre a precipitação.

2.2.1 CAUSAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

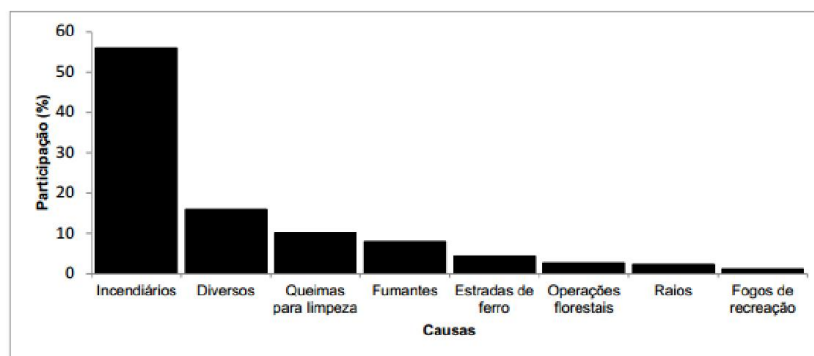
De acordo com Soares e Batista (2007) e Philip (2007) as causas de um incêndio florestal podem ser naturais ou antrópicas. Entretanto, os autores ressaltam que a única maneira de ocorrer incêndio natural é pela incidência de raios. Já as causas antrópicas podem ocorrer de diversas maneiras e de acordo com a classificação elaborada pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos seguida pela Food and Agriculture Organization (FAO), as causas de natureza antrópica são determinadas das seguintes maneiras:

- a) incendiários – aqueles com real intenção de iniciar um incêndio com “má fé”;
- b) queimas para limpeza – incêndios a partir de práticas de limpeza de áreas, como eliminação de lixo, limpeza de pastagens, etc.;
- c) fumantes – incêndios provocados por cinzas de cigarros ou fósforos de fumantes;
- d) operações florestais – ocasionados pela atividade de máquinas e equipamentos em atividades florestais;
- e) recreação – quando originado em práticas de lazer, como trilhas e piqueniques ou quando originados por pescadores e caçadores;
- f) estradas de ferro – incêndios oriundos de atividades a partir de linhas férreas, podendo ser pelo deslocamento de vagões ou atividades de manutenção;

O estudo de Fiedler, Merlo e Medeiros (2006), apontou as ações antrópicas como o maior causador dos incêndios florestais no Parque Nacional da Canastra entre os anos de 1992 a 2003. Dentre os 88,24% das ocorrências causadas pelo homem, destacaram-se práticas criminosas, limpeza de pasto, garimpo e queimas em margens de estradas.

De acordo com Tetto (2012), os incendiários foram os principais causadores dos incêndios florestais na Fazenda Monte Alegre, localizada em Telêmaco Borba, Paraná, entre o período de 1965 a 2009, correspondendo a 56% do total das ocorrências, seguido por 15,9% pela causa “diversos”, 10,1% por queimadas para limpeza de áreas e 7,9% por fumantes, conforme a Figura 1.

Figura 1–Causas de incêndios florestais identificadas no Brasil no período de 1965 a 2009



Fonte: Tetto (2012)

Rodriguez e Soares (2004) realizaram uma comparação das causas dos incêndios florestais entre a Fazenda Monte Alegre (Telêmaco Borba, Paraná) com as de Pinar Del Rio (Cuba) no período de 1998 a 2001. Para as causas da Fazenda Monte Alegre pode-se notar uma similaridade com os dados de Tetto (2012), onde os incendiários corresponderam a 61,1% das ocorrências, seguido pela queima para limpeza, 17,18% e diversos com 7,22%. Já para Pinar Del Rio, as principais causas são oriundas de raios, correspondendo a 43,96% das ocorrências registradas.

Entre 1965 a 1974, como descrito no trabalho de Soares e Cordeiro (1974), destacavam-se como as principais causas dos incêndios florestais, nas áreas da empresa Klabin do Paraná, as queimadas para limpeza, os raios e os fumantes. Portanto, tem havido uma mudança significativa das causas nos últimos 40 anos.

Em um estudo para descobrir as causas dos incêndios florestais em áreas de reflorestamento no Brasil entre os anos de 1983 a 1987, baseando-se nas informações e estatísticas disponíveis da época, Soares (1992) descobriu que as três principais causas dos incêndios florestais eram respectivamente as queimas para limpeza com 33,6%, incendiários com 29,8% e fogos de recreação representados por 10,9% dos acontecimentos.

Magalhães, Lima e Ribeiro (2012) realizaram um trabalho com base nos Relatórios de Ocorrência de Incêndios (ROI's) do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC) do período de 1988 a 2008. Com os dados, percebeu-se a influência dos incendiários e dos raios sobre as causas dos incêndios neste período, visto que, eles corresponderam a 32,42 e 40,18%, respectivamente, das causas dos incêndios florestais do PNSC (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de área queimada e de ocorrências de incêndios florestais no PNSC em relação à causa no período de 1988 a 2008

Causa	Área queimada (%)	Ocorrências (%)
Incendiários	73,75	32,42
Raio	12,41	40,18
Limpeza de pastagem	9,31	10,50
Não identificada	4,53	16,89

Fonte: Magalhães, Lima e Ribeiro (2012).

Com dados de 2000 a 2005, pode-se notar que as causas dos incêndios florestais em Portugal foram representadas por 35,4% intencionais, 27,4% indeterminados e 26,8% de uso negligente do fogo (D. G. R. F., 2006). No mesmo trabalho avaliou-se causas entre o período de 1994 a 2003 na Espanha e foram encontrados resultados diferenciados por regiões do país, em quatro localidades. No Noroeste da Espanha, 77,8% dos casos foram intencionais, já na região Mediterrânea 37,6% foi pelo uso negligente do fogo e 29,2% intencionais. Na região do interior do país foi bem distribuído (29,8% indeterminados, 26,7% uso negligente do fogo e 25,4% intencional). Na região das Ilhas Canárias, os intencionais dominaram com 45,5% das causas.

2.2.2 COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

O combate aos incêndios florestais é uma atividade árdua. Quando realizada por pessoas sem treinamento e com utilização de equipamentos inapropriados, o resultado do combate pode ser insatisfatório. Além disso, principalmente pela falta de treinamento, a integridade física dos combatentes pode ser colocada em risco, chegando até mesmo ao óbito (FIEDLER, RODRIGUES e MEDEIROS, 2006).

As ferramentas e equipamentos utilizados pelos combatentes devem proporcionar maior eficiência no combate, a fim de garantir maior segurança (SOARES, 1984).

Fiedler, Rodrigues e Medeiros (2004) observaram que combatentes de incêndios florestais com treinamentos regulares e com ferramentas de combate adequadas em boas condições de uso, além de equipamentos de proteção individual, minimizam as possibilidades de acidentes de trabalho e possibilitam maior eficiência no combate.

A classe de tamanho da área queimada em incêndios florestais também influencia no sucesso do combate (SANTOS, SOARES e BATISTA, 2006). Dessa forma, quanto maiores as frequências dos incêndios e seus tamanhos, deverá haver maiores cuidados com prevenção, quantidade e variedade de equipamentos e ferramentas (SOARES e SANTOS, 2002).

Comumente, os incêndios florestais ocorrem em locais de difícil acesso e locomoção, tornando ainda mais complexo o combate. Isso associado às jornadas de trabalho desgastantes, com ferramentas e equipamentos inadequados e insuficientes acabam dificultando ainda mais o combate (MEDEIROS, 2002). De acordo com Fiedler, Rodrigues e Medeiros (2006), essas características podem proporcionar estresse físico e mental, o que é pouco considerado pela sociedade científica.

Para Lima e Soares (1994), os combatentes devem ser treinados o suficiente para ter uma boa mobilização e conhecimentos das técnicas de combate. Além disso, devem apresentar boas condições físicas e elevada experiência.

Soares (2002) indica como eficiência de um combate quando as operações resultam na eliminação do fogo. Ele ainda destaca a importância do treinamento das brigadas, em especial a de primeiro combate, para obtenção de maiores êxitos no combate. O autor ressalta que combatentes bem treinados em técnicas de combate como no uso das ferramentas e equipamentos apresentam maiores chances de extinguir um incêndio em um menor intervalo de tempo, o que proporciona menores perdas e gastos.

2.2.2 ACEIROS

Aceiro é a quebra da continuidade do material combustível com a finalidade de dificultar o alastramento do fogo e facilitar o seu combate (SOARES, 2002). O autor ainda destaca que a largura dos aceiros varia de acordo com o tipo de vegetação e com o risco potencial do local do incêndio.

De acordo com Ribeiro et al. (2006), os aceiros baseiam-se na quebra da continuidade do material combustível tanto horizontalmente como verticalmente. Com isso, representam um instrumento de grande validade em qualquer plano de proteção contra os incêndios florestais, sendo comumente utilizado no meio florestal, nas Unidades de Conservação e nas margens de rodovias.

Os aceiros são formados pela eliminação de toda vegetação presente em uma faixa. Para sua maior eficiência eles devem estar em constante manutenção, principalmente nos períodos de maior risco de incêndios, pois a vegetação tem alto potencial de regeneração (SILVEIRA; COELHO e ROCHA, 2008).

De acordo com Medeiros e Fiedler (2004), os aceiros são de grande valia no combate aos incêndios florestais em Unidades de Conservação. Entretanto, não são medidas 100% confiáveis, podendo ocorrer falhas. Além disso, vale destacar os

possíveis impactos ambientais causados por sua confecção sem que ocorra incêndio no futuro, tornando desnecessária a construção deles.

Para Ribeiro et al. (2006), a construção de aceiros é uma medida de prevenção, proteção e controle de incêndios florestais, sendo muito útil nas proximidades de estradas movimentadas e circunvizinhança de Unidades de Conservação e empresas florestais. Os autores ainda destacam que a eficácia dos aceiros está relacionada às características do material combustível, sempre levando em consideração a densidade e a altura.

2.3. RETARDANTE QUÍMICO

Retardante de fogo é um composto químico capaz de reduzir a intensidade de queima ou eliminar o incêndio florestal, podendo ser aplicado em sua forma natural ou misturado com água (Ribeiro et al., 2006). Os autores ainda afirmam que os retardantes químicos alteram a flamabilidade do material combustível, pois com a presença do produto no material em combustão, ocorre a transformação direta do combustível em carvão, liberando água.

De acordo com Tebaldi et al. (2012) os retardantes de fogo são compostos sintéticos à base de produtos tensoativos geradores de espumas capazes de aumentar a eficácia da água, reduzir a intensidade de queima e a velocidade de propagação do fogo.

Os retardantes químicos utilizados principalmente em combate de incêndios florestais são distinguidos pelo tempo de duração da ação dos produtos retardantes, sendo divididos como retardantes de curta e de longa duração. Os de longa duração são caracterizados pela capacidade de o produto permanecer ativo sobre o material combustível mesmo após a água ter sido totalmente evaporada, característico dos produtos à base de sais de amoníaco como os sulfatos, fosfatos e polifosfatos. Já os retardantes de curta duração têm como característica intensificar a capacidade de extinção da água, provocando maior fixação de água por parte do material combustível a ser queimado ou pelo próprio retardamento da evaporação (PASTOR FERRER, 2004).

Para Fiedler et al.(2015), o uso de retardantes de fogo no combate aos incêndios florestais é fundamental, uma vez que, eles proporcionam maior rendimento sobre um volume de água transportado pelos sistemas de combate. Esse fator é primordial para economia de água, principalmente quando as fontes de abastecimento estão distantes dos locais dos incêndios.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

A pesquisa foi realizada em áreas de plantios de eucalipto situadas no norte do estado do Espírito Santo e sul da Bahia. O clima predominante da região, de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen, é do tipo Aw, quente e úmido, com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão (PANOSO et al., 1978). A temperatura média anual varia entre 22° C e 24 ° C e precipitação média entre 1.000 e 1.250 mm (NIMER, 1989; INCAPER 2011).

A coleta de dados foi realizada com três métodos de combate direto de incêndios florestais da Empresa, sendo eles o Kit combate, o Caf's e o caminhão pipa.

3.1.1. KIT DE COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

O Kit combate consiste de uma camionete com um tanque reservatório de água, um sistema de moto-bomba acoplado ao motor do veículo, além de um sistema de recolhimento manual de mangueira (Figura 2).

Figura 2–Kit combate aos incêndios florestais



Fonte: O autor.

Esse sistema de combate aos incêndios florestais é equipado com um tanque reservatório de 600 litros e um sistema de bombeamento de água pura ou misturada com retardante de fogo. Nesse segundo caso, a mistura do retardante com a água proporciona um maior rendimento em volume no reservatório. Além disso, o Kit de combate aos incêndios florestais é composto por uma mangueira de $\frac{3}{4}$ '' de diâmetro com

aproximadamente 100 metros de comprimento equipado com bico regulável do tipo jato/leque.

O sistema de bombeamento é controlado por um aparelho que mede os níveis de água e de retardante (Figura 3). Quando é acionado o uso do retardante, o dispositivo é programado para expelir uma mistura de água com retardante em alta pressão, transformando-a em uma espuma com alto poder de inibição das chamas.

Figura 3—Medidor de nível de água e de retardante



Fonte: O autor.

Para medição dos volumes de água, foram realizadas três repetições de cada um dos 11 Kits de combate utilizados pela Empresa. Antes de cada teste, foi destinado a cada equipamento um tempo de dois minutos para a estabilização do volume lançado pelo sistema de moto-bomba. Com auxílio de um recipiente fechado com um único orifício, foi demarcado um tempo de 30 segundos para coleta do volume de água lançado pelo sistema. Cada repetição foi transferida para uma proveta graduada onde se pode quantificar o volume de água de cada repetição (Figura 4).

Figura 4—Procedimentos de medição das vazões



Fonte: O autor.

Para a determinação do volume de espuma, foi destinado para cada equipamento um tempo de 2 minutos para a estabilização do sistema de moto-bomba. Foram realizadas três repetições para cada um dos 11 Kits de combate aos incêndios florestais. Com auxílio de um reservatório de 20 litros e um cronômetro foi demarcado o tempo que cada repetição demorou para enchê-lo. Para quantificar a transformação do volume de água pelo volume de espuma aplicado, cada amostra foi lacrada para decantação da água que estava em suspensão em meio à espuma. Após estabilização da água, foi medido o volume, para dessa forma saber o quanto se consumiu de água para geração de um determinado volume de espuma.

3.1.2 CAF'S

O Caf's ("Compressed Air Foam System") é um sistema de aplicação de espuma pressurizada. Ele é acomodado em um veículo com 3.920 cm³ cilindradas, comprimento total 6,31 m e capacidade de carga útil mais carroceria de 3.980 kg, o que proporciona maior capacidade de armazenamento. Este fator possibilita o transporte de um tanque reservatório de água de maior volume. Assim como o Kit combate, o Caf's é composto por um sistema de moto-bomba acoplado ao motor do veículo. O sistema de recolhimento de mangueira é mecanizado (Figura 5).

Figura 5 – Caf's



Fonte: O autor.

É composto por um tanque com capacidade para transportar 2.600 litros de água, um sistema de recolhimento de mangueira automatizado e 150 metros de mangueira de

1” de diâmetro equipado com bico regulável do tipo jato/leque. O funcionamento do sistema de bombeamento é similar ao apresentado pelo Kit combate.

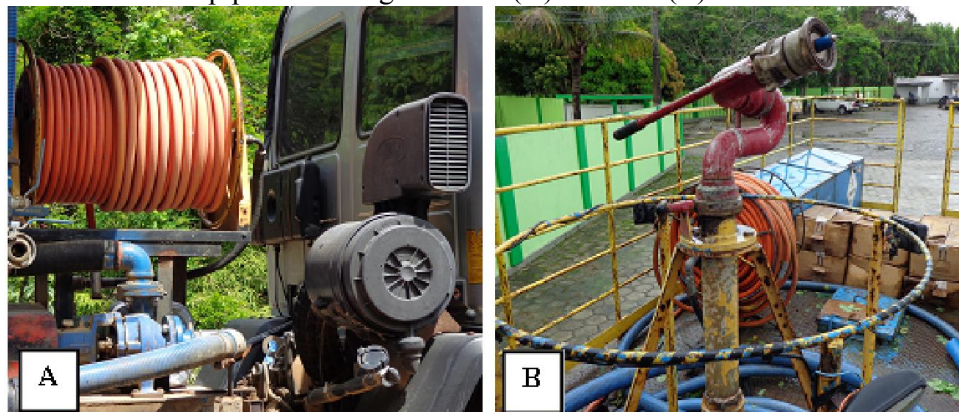
Para quantificar a transformação do volume de água pelo volume de espuma aplicado, foi medido primeiramente o volume máximo de água pura que o sistema tem capacidade de lançar por minuto. Para medição dos volumes de água, foram realizadas três repetições no único equipamento utilizado pela empresa. Antes de cada coleta, destinou-se um tempo de dois minutos para a estabilização do volume lançado pelo sistema de moto-bomba. Com auxílio de um recipiente fechado com um único orifício, demarcou-se um tempo de 30 segundos para coleta do volume de água lançado pelo sistema. Cada repetição foi transferida para uma proveta graduada onde se pôde quantificar o volume de água lançado.

Para a determinação do volume de espuma, que consiste na mistura entre a água e o retardante em alta pressão, foi destinado para cada equipamento um tempo de dois minutos para a estabilização do sistema de moto-bomba realizar a mistura entre a água e o retardante. Foram realizadas três repetições e com auxílio de um reservatório de 200 litros e um cronômetro foi demarcado o tempo que cada repetição demorou para enchê-lo. Para quantificar a transformação do volume de água em volume de espuma aplicado, cada amostra foi lacrada para decantação da água que estava em suspensão em meio à espuma. Após estabilização da água, foi medido o volume, para, dessa forma saber o quanto se consumiu de água para geração de um determinado volume de espuma.

3.1.3 CAMINHÃO-PIPA

Os caminhões-pipa analisados são compostos por um tanque armazenador de água com capacidade de 8.000 litros. Cada caminhão pipa era equipado por um sistema de mangueiras $\frac{3}{4}$ ” variando 100 a 150 metros de comprimento além de um canhão na parte superior (Figura 6).

Figura 6 –Caminhão pipa com mangueira ¾” (A) e canhão (B)



Fonte: O autor.

A avaliação da vazão do volume de água nas mangueiras foi realizada em 8 caminhões, onde a metodologia foi a mesma descrita para a avaliação do volume de água dos Kits combate (Figura 4). Já a medição da vazão dos canhões foi realizada pela diferença do volume de água do tanque medido por uma régua graduada, que mede a quantidade real de água no tanque pelo tempo de lançamento de água. O teste foi realizado em três caminhões pipa.

Com os dados experimentais obtidos foi avaliada a normalidade dos erros pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância. Quando o valor de “F” foi significativo, as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância para descobrir se existe diferença entre os métodos de combate.

3.2 CONTROLE DA VEGETAÇÃO DE SUB-BOSQUE NO COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

O trabalho foi desenvolvido em uma área plana de plantio de eucalipto no município de Aracruz, pertencente a uma empresa produtora de celulose no norte do Espírito Santo. O local se encontra em uma zona naturalmente chuvosa, caracterizada por possuir temperaturas amenas e relevo plano a ondulado com 86,94% de suas áreas com declividades inferiores a 30%, sendo que a maior parte do município corresponde a uma zona de planície moldada em sedimentos recentes (INCAPER, 2011). O local apresenta estradas não pavimentadas entre os talhões que servem como aceiros além de facilitar o deslocamento de veículos de apoio.

O experimento foi conduzido em um esquema fatorial 2x2x2, constituído por métodos de combate (Kit e Caf's), técnicas de combate (direto e indireto) e controle da vegetação do sub-bosque (roçada e sem roçada), seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Com o intuito de simplificar a interpretação dos dados, os fatores foram codificados em letras e números (Quadro 1).

Quadro 1 – Representação dos fatores em códigos

Fatores	Variáveis	Simbologia
Métodos de combate	Caf's	A0
	Kit	A1
Técnicas de combate	Indireto com uso de linha úmida (aceiro molhado)	C0
	Combate direto	C1
Controle da vegetação	Área roçada previamente	E0
	Área sem roçada (presença de sub-bosque)	E1

Fonte: O autor.

Ambos os sistemas de combate aos incêndios florestais consistem na aplicação de uma mistura de água com retardante de fogo em alta pressão. O que basicamente os diferencia é a espessura da mangueira de combate e a capacidade de carga. O kit combate é equipado com uma mangueira de combate de incêndio $\frac{3}{4}$ de polegada e com capacidade de 600 litros de água enquanto o Caf's possui uma mangueira de 1 polegada e um tanque reservatório de 2.600 litros de água.

Foram montadas 40 parcelas no plantio de eucalipto de 9 x 21 m (189 m²), sendo 20 para aceiro molhado (combate indireto) e 20 para combate direto. O talhão escolhido para o teste apresentava um plantio de eucalipto com 6 anos de idade. As parcelas foram aceiradas e separadas com espaçamento de 3 metros entre si por uma faixa gradeada por um trator agrícola (Tabela2).

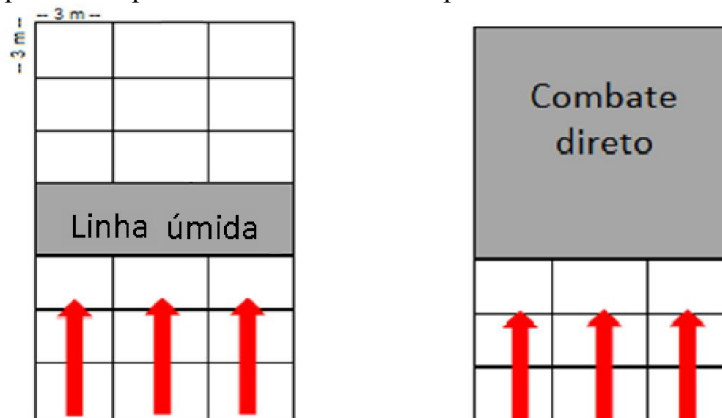
Tabela 2– Representação dos testes

Método	Controle da vegetação	Técnica	Codificação
Caf's	Sem roçada	Linha úmida	A0 E0 C0
Caf's	Sem roçada	Combate direto	A0 E0 C1
Kit	Sem roçada	Linha úmida	A1 E0 C0
Kit	Sem roçada	Combate direto	A1 E0 C1
Caf's	Roçada	Linha úmida	A0 E1 C0
Caf's	Roçada	Combate direto	A0 E1 C1
Kit	Roçada	Linha úmida	A1 E1 C0
Kit	Roçada	Combate direto	A1 E1 C1

Fonte – O autor.

Para cada uma das parcelas foi definida uma faixa de 9 metros de comprimento para estabilização do fogo. No combate direto, assim que o fogo atingia os 9 metros, cada um dos dois sistemas, Kit e Caf's, em suas devidas parcelas, começavam a aplicação da mistura até que conseguisse apagar o fogo ou atingisse o final da parcela. Já para as parcelas com a realização de aceiro com linha úmida, os aceiros foram de 3 metros de largura seguindo o descrito por Tebaldi et al. (2012), onde os autores citam que é o mínimo aceitável pela Legislação Federal. Dessa forma, o espaço destinado para realizar a confecção da linha úmida foi de 3 x 9 m após os 9 metros destinados para estabilização do fogo (Figura 7). Nesta situação primeiramente era confeccionada a linha úmida para depois dar ignição ao fogo na parcela.

Figura 7 – Esquema das parcelas alocadas em campo



Fonte – O autor.

Nas parcelas de combate direto foi marcado o tempo total gasto para a realização do combate efetivo para os dois métodos de combate (Kit e Caf's) e para as parcelas destinadas ao combate indireto (aceiro molhado) foi demarcado o tempo para a realização da linha úmida no espaço destinado, conforme a Figura 7.

O sub-bosque das parcelas era caracterizado em mais de 95% por capim colonião, sendo que, o sub-bosque das parcelas sem roçada e com roçada apresentaram respectivamente altura média de 1,5m e 0,30m.

A pesquisa foi realizada no mês de setembro de 2015, em dias ensolarados sem períodos de céu nublado, temperatura média de 27,3°C, velocidade do vento média de 0,23 m/s, e umidade relativa média de 49%.

3.3 RELAÇÃO ENTRE ALTURA DO SUB-BOSQUE E CARBONIZAÇÃO DA CASCA EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTO AFETADOS POR INCÊNDIOS FLORESTAIS

Os dados foram coletados por sete equipes de combate aos incêndios florestais. Essas equipes eram compostas por três prestadores de serviço cada, sendo cada uma delas treinada para a coleta de dados. Foram realizadas vistorias aleatórias de algumas áreas para confirmação e validação da coleta de dados das equipes.

A coleta de dados correspondeu à realidade da empresa, visto que, todas as ocorrências de incêndios em plantios de eucalipto entre os meses de outubro de 2014 a março de 2015 (6 meses) foram registradas, totalizando 1094 registros.

O registro dos dados foi realizado sempre depois de finalizado cada combate nas áreas, onde com uma trena foi realizada a medição da altura de carbonização da casca

das árvores, tanto nas bordas como no interior dos talhões, ou seja, no ponto crítico (Figura 8). Ao todo, foram realizadas 5 medições na borda e no ponto crítico de cada ocorrência.

Figura 8 – Representação da medição da altura de carbonização



Fonte: O autor.

A medição da altura da vegetação presente em cada ocorrência de incêndio florestal foi registrada 2 metros após onde foi extinto o incêndio (Figura 9).

Figura 9 – Representação da divisão entre sub-bosque



Fonte: O autor.

Os dados foram coletados com auxílio de planilhas já pré-determinadas, com tipo de vegetação, altura do sub-bosque, alturas de carbonização nas bordas e nos pontos críticos e localização de cada incêndio. Para facilitar o entendimento dos dados, esses foram agrupados de acordo com a altura padrão de serrapilheira em plantios de eucalipto com 7 anos de idade (aproximadamente 20 cm).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Para obtenção de bons resultados no combate aos incêndios florestais é necessário que os recursos disponíveis sejam suficientemente capazes de corresponder quando solicitados e que estejam sempre em boas condições de uso, ou seja, são necessárias manutenções e avaliações periódicas desses sistemas.

Os recursos avaliados apresentaram grandes disparidades entre si nos aspectos analisados. Na Tabela 3 estão as médias originais obtidas nas avaliações.

Tabela 3 – Médias dos parâmetros analisados em cada sistema de combate

Sistemas	Volume (L)	Vazão (L. min ⁻¹)	Tempo de uso (min.)	Tempo de uso a cada 1.000 litros (min.)	Rendimento por litros de água (L)	Volume total disponível (L)
Kit - mangueira (A)	600	19,67	30,50	50,64	1,00	600,00
Kit - mangueira (E)	600	91,84	37,50	62,25	5,77	3459,81
Caf's - mangueira (A)	2.600	25,10	103,59	39,84	1,00	2600,00
Caf's - mangueira (E)	2.600	263,30	118,34	45,52	12,01	31216,64
Pipa - mangueira (A)	9.125	31,90	344,43	37,75	1,00	9125,00
Pipa - canhão (A)	8.000	409,10	19,55	2,44	1,00	8000,00

(A) – água; (E) – espuma.

Os diferentes sistemas de combate apresentaram diferentes capacidades de transporte de volume de água. Os caminhões-pipas apresentaram maiores capacidades de transporte, seguidos pelos Caf's e os Kits. O volume a ser transportado depende diretamente da capacidade de carga de cada veículo transportador, logo, os resultados foram dentro do esperado, visto que, os caminhões apresentaram maiores capacidades de carga que o Caf's e os Kits de combate.

A vazão de um sistema de combate aos incêndios florestais determina a quantidade de líquido lançado por determinado tempo. É de extrema importância o conhecimento desses valores para avaliação e planejamento do recurso a ser utilizado

em um determinado incêndio. Dessa forma, pode-se evitar que os recursos de combate se esgotem antes de eliminar o incêndio.

Para comparação das vazões dos sistemas de combate, foi realizada análise de variância e em seguida as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 4).

Tabela 4 – Vazão (L.min.⁻¹) dos recursos de combate aos incêndios florestais

Sistemas	Vazão (L.min. ⁻¹)	
Kit - mangueira (A)	19,67	A
Kit - mangueira (E)	91,84	B
Caf's - mangueira (A)	25,10	A
Caf's - mangueira (E)	263,30	C
Pipa - mangueira (A)	31,90	A
Pipa - canhão (A)	409,10	D

(A) – água; (E) – espuma.

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados acima pode-se perceber a superioridade dos canhões de caminhões-pipa sobre os demais recursos, seguido respectivamente pelo Caf's e o Kit com a aplicação de espuma pela mangueira. Além disso, foi possível ver que os diferentes sistemas com aplicação de apenas água pela mangueira apresentam os piores resultados.

A vazão do canhão dos caminhões pipa equivale em média respectivamente a 12,83, 16,29 e 20,79 vezes a vazão do combate com mangueira com água dos Pipas, Caf's e dos Kits. Em situações em que necessitam de altos volumes de água, o recurso mais recomendado é a utilização dos caminhões pipa com o acionamento do canhão por apresentar a maior vazão. Dessa forma, o caminhão pipa com o emprego do canhão apresenta melhores características para incêndios que necessitam de altos volumes de água em curto intervalo de tempo.

O volume a ser aplicado pelos sistemas de combate deve ser considerado no controle de um incêndio florestal, entretanto o tempo que o recurso suporta em frente a um combate é outro fator importante (Tabela5).

Tabela 5 – Tempo de uso médio (min.) do tanque de água de cada sistema de combate

Sistemas	Tempo de uso do tanque (min.)	
Kit - mangueira (A)	30,51	A
Kit - mangueira (E)	37,51	A
Caf's - mangueira (A)	103,59	A
Caf's - mangueira (E)	118,34	A
Pipa - mangueira (A)	344,00	B
Pipa - canhão (A)	19,56	A

(A) – água; (E) – espuma.

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O caminhão pipa utilizando somente a mangueira é o sistema de combate que consegue aplicar um volume de água constante por mais tempo, chegando a 344 minutos de combate. O fato de ele apresentar em média a maior capacidade de volume de transporte e armazenamento de água em seu tanque (Tabela 3), associado à baixa vazão, como visto na Tabela 4, o diferenciou estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey dos demais recursos utilizados.

Apesar dos demais sistemas de combate não diferenciarem significamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, recursos que têm capacidade de combater um incêndio por mais tempo devem ser considerados. Nesse caso, o Caf's utilizando a mangueira em ambas as situações, espuma e água, são mais recomendados que os outros sistemas de combate.

Embora o caminhão pipa utilizando o canhão ter apresentado em média a segunda maior capacidade de volume no tanque, seu tempo de uso é minimizado pela alta vazão, isso o faz um recurso de aplicação de altos volumes em pequeno tempo de combate.

Para avaliar os sistemas de combate de maneira padronizada, os valores de tempo de uso foram padronizados para tempo de uso a cada 1.000 litros de água disponível. Na Tabela 6 estão as médias dos valores de tempo de uso convertidos para utilização de 1.000 litros por cada sistema de combate.

Tabela 6 – Tempo de uso médio (min.) em cada 1.000 litros água de cada sistema de combate

Sistemas	Tempo de uso de 1000 litros (min.)	
Kit - mangueira (A)	50,73	C
Kit - mangueira (E)	62,26	D
Caf's - mangueira (A)	39,88	BC
Caf's - mangueira (E)	45,52	BC
Pipa - mangueira (A)	37,70	B
Pipa - canhão (A)	2,44	A

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando os sistemas de combate com o tempo de uso padronizado a cada 1.000 litros de água, pode-se perceber o real potencial de uso dos sistemas de combate. Dessa forma o Kit com a aplicação de espuma com a mangueira apresentou diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey dos demais sistemas de combate.

Nessas condições o uso da mangueira pelo caminhão pipa deixa de ser a melhor opção para ser a segunda pior. Outro aspecto a se considerar é o fato de que a utilização da espuma proporciona um aumento de 22,72 % no Kit e de 14,12 % no Caf's sobre o uso apenas de água.

Alguns sistemas de combate apresentam capacidade de transformação do volume de água transportado em volume de espuma para aplicação no combate de incêndios. Essa transformação de volume aumenta a eficiência de um combate, uma vez que o volume de água transportado é aumentado. Na Tabela 7 estão as médias dos valores totais disponíveis em cada sistema.

Tabela 7 – Volume total disponível (L) em cada sistema de combate

Sistemas	Volume total disponível (L)	
Kit - mangueira (A)	600	A
Kit - mangueira (E)	3459	B
Caf's - mangueira (A)	2600	AB
Caf's - mangueira (E)	31216	D
Pipa - mangueira (A)	9125	C
Pipa - canhão (A)	8000	C

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O volume total disponível foi alterado somente nos equipamentos que têm a possibilidade de aplicar retardante de fogo misturado com a água em alta pressão podendo transformar o volume total de água em volume de espuma. Logo, apenas dois

sistemas aumentaram o volume total disponível, sendo o Kit e o Caf's com aplicação de espuma pela mangueira.

Neste caso pode-se observar que o Caf's utilizando a tecnologia de transformação de água em espuma para o combate dos incêndios florestais é o melhor sistema entre os avaliados, pois têm maior volume disponível transportado a ser utilizado no combate de incêndios florestais.

O poder de transformação do volume total transportado de água para o volume total disponível na hora do combate pelo Kit e o Caf's são de 5,77 e 12,01 quando se utiliza a tecnologia de aplicação de espuma.

O Caf's com a utilização de espuma apresentou superioridade sobre os demais recursos avaliados, uma vez que, apresentou a segunda melhor vazão e tempo médio de uso, além da maior capacidade de transformação de água em espuma, o que alavancou o volume total disponível. Esse último fator, é uma das maiores dificuldades no combate de incêndios florestais, devido à dificuldade, muito das vezes, em ter disponibilidade de água nas proximidades das ocorrências de incêndios florestais.

4.2 CONTROLE DA VEGETAÇÃO DE SUB-BOSQUE NO COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Na Tabela 8 estão representados os resultados da análise da variância entre os três fatores avaliados.

Tabela 8 – Análise de variância dos métodos (A) e técnicas (C) de combate a incêndios florestais e controle da vegetação (E), no município de Aracruz (ES)

FV	GL	SQ	QM	F
A	1	330,62	330,62	13,06*
C	1	28355,63	28355,63	1120,22*
E	1	4950,62	4950,62	195,58*
AxC	1	225,62	225,62	8,91*
AxE	1	330,62	330,62	13,06*
CxE	1	525,62	525,62	20,76*
AxCxE	1	140,62	140,62	5,55*
(tratamentos)	(7)	(34859,38)		
Resíduo	32	810	25,31	
Total	39	35669,38		

n.s. não significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; $F_{0,05}(1;32) = 4,16$.

De acordo com os dados da Tabela acima, pode-se perceber que existe interação tripla entre os fatores técnicas de combate, controle da vegetação e método de combate

do fogo. Isso significa que o comportamento de um fator depende dos níveis dos outros fatores, sendo, portanto dependentes. Dessa forma, houve um estudo detalhado para avaliar o comportamento de um fator dentro de cada combinação dos outros fatores.

A Tabela 9 se refere ao estudo do comportamento dos métodos de combate (A) em cada combinação de técnica de combate (C) e controle da vegetação (E).

Tabela 9 – Análise de variância do efeito de métodos de combate (A) dentro de técnicas de combate (C) e controle da vegetação (E) no município de Aracruz (ES)

FV	GL	SQ	QM	F
A\C0 E0	1	2,5	2,5	0,098 ^{n.s.}
A\C1 E0	1	2,5	2,5	0,098 ^{n.s.}
A\C0 E1	1	1000	1000	39,506 [*]
A\C1 E1	1	22,5	22,5	0,888 ^{n.s.}
Resíduo	32	810	25,312	

^{n.s.} não significativo a 5% de probabilidade; ^{*} F significativo a 5% de probabilidade; $F_{0,05}(1;32) = 4,16$.

Os métodos de combate analisados, Kit e Caf's, assemelharam-se estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey em 75% das avaliações, diferenciando-se apenas no teste em linha úmida sem roçada, onde o Caf's apresentou em média menor tempo para realização da linha úmida com a mesma eficiência (Tabela 10).

Tabela 10 – Tempos médios (min.) das técnicas de combate sobre efeito do método usado e controle da vegetação

	C0 E0	C1 E0	C0 E1	C1 E1
A0 (Caf's)	85 a	40 a	105 a	53 a
A1 (Kit)	86 a	39 a	125 b	56 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 11 se refere aos resultados do comportamento das técnicas de combate (C) em cada combinação dos métodos de combate (A) e manejo da vegetação (E).

Tabela 11 – Análise de variância de técnicas de combate (C) dentro de métodos de combate (A) e controle da vegetação (E) no município de Aracruz (ES).

FV	GL	SQ	QM	F
C\A0 E0	1	5062,5	5062,5	200,00 [*]
C\A1 E0	1	5522,5	5522,5	218,17 [*]
C\A0 E1	1	6760	6760	267,06 [*]
C\A1 E1	1	11902,5	11902,5	470,22 [*]
Resíduo	32	810	25,3125	

^{n.s.} não significativo a 5% de probabilidade; ^{*} F significativo a 5% de probabilidade; $F_{0,05}(1;32) = 4,16$.

Na avaliação do tempo de combate direto pelo tempo de confecção da linha úmida, pode-se perceber que, o combate direto foi mais eficiente estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey em todos os aspectos avaliados nesta pesquisa, uma vez que, apresentou menores tempos para acabar com o incêndio do que para a realização das linhas úmidas (Tabela 12).

Tabela 12 – Tempos médios (min.) dos métodos de combate sobre efeito das técnicas de combate e manejo da vegetação

	A0 E0	A1 E0	A0 E1	A1 E1
C0 (Linha úmida)	85 a	86 a	105 a	125 a
C1 (Combate direto)	40 b	39 b	53 b	56 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em média, o tempo para realizar a linha úmida no espaçamento de 3 metros de largura foi equivalente a 2,13 vezes o tempo gasto no combate direto. Ou seja, apesar da linha úmida ser um método eficiente para eliminar e controlar o fogo, nestas condições de plantios de eucalipto os recursos podem ser mais bem aproveitados quando o incêndio é combatido diretamente.

Apesar do tempo de confecção de linha úmida ser superior ao tempo de combate em incêndios nas mesmas condições, a construção de aceiros em forma de linhas úmidas segundo Soares (1992) é uma medida estratégica para retardar o avanço do fogo e facilitar o acesso dos combatentes em casos que precisem de combate direto. Segundo o autor, o combate direto pelos brigadistas em campo só é possível em situações que a linha de fogo permite uma aproximação segura.

A Tabela 13 se refere aos resultados do estudo do controle da vegetação (E) em cada ação dos métodos de combate (A) e comportamento das técnicas de combate (C).

Tabela 13 – Análise de variância do controle da vegetação (E) dentro de métodos de combate (A) e técnicas de combate (C) no município de Aracruz (ES)

FV	GL	SQ	QM	F
E\A0 C0	1	1000,00	1000,00	39,506*
E\A1 C0	1	3802,50	3802,50	150,22*
E\A0 C1	1	422,50	422,50	16,69*
E\A1 C1	1	722,50	722,50	28,54*
Resíduo	32	810,00	25,31	

^{n.s} não significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; $F_{0,05}(1;32) = 4,16$.

De acordo com os dados, as áreas roçadas foram estatisticamente diferentes das áreas sem roçadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. As áreas roçadas apresentaram menor tempo de combate direto e de confecção da linha úmida para ambos os métodos de combate (Tabela 14).

Tabela 14 – Tempos médios (min.) do manejo da vegetação sobre efeito dos métodos e técnicas de combate

	A0 C0	A1 C0	A0 C1	A1 C1
E0 (Roçada)	85 a	86 a	40 a	39 a
E1 (Sem roçada)	105 b	125 b	53 b	56 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O controle da vegetação apresentou resultados dentro do esperado, uma vez que quanto mais baixo o material combustível e menor o volume, espera-se que seja mais fácil controlá-lo e eliminá-lo (Figura 10).

Figura 10 – O fogo e o manejo da vegetação
Sem roçada



Roçada



Fonte: O autor.

White, Ribeiro e Souza (2014) realizaram um estudo na empresa Copener onde foi possível observar resultados equivalentes com os obtidos neste trabalho, uma vez que, as áreas com a vegetação roçada, ou seja, onde houve limpeza do sub-bosque florestal apresentaram menor intensidade de queima e menores danos.

Rigolot (1990) já destacava que uma das características que mais influenciam na ignição e propagação do fogo são a quantidade e a continuidade do material combustível, ou seja, quanto menos manejada a vegetação do sub-bosque florestal, maiores são as dificuldades encontradas para evitar e combater um incêndio florestal.

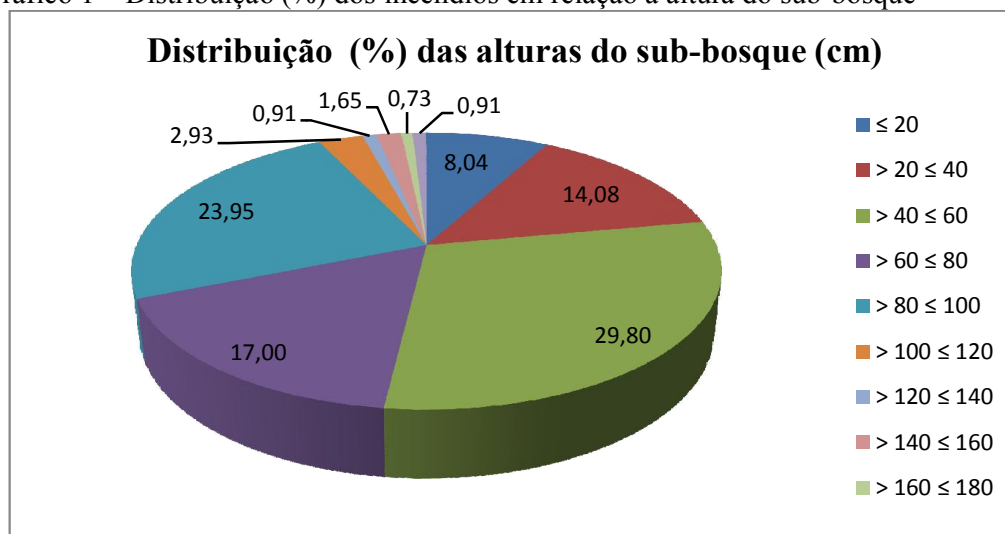
Segundo Camargos et al. (2015), assim como encontrado neste trabalho, parcelas com menor quantidade de material combustível apresentaram melhores condições para

os combatentes, pois menores intensidades de queimas e quantidade de calor liberado facilita o combate direto e aumenta a eficácia do uso de linhas úmidas.

4.3 RELAÇÃO ENTRE ALTURA DO SUB-BOSQUE E CARBONIZAÇÃO DA CASCA EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTO AFETADOS POR INCÊNDIOS FLORESTAIS

A medição da altura da vegetação do sub-bosque florestal possibilitou realizar uma distribuição das áreas atingidas para verificar em qual altura da vegetação do sub-bosque ocorreu a maior incidência de incêndios florestais (Gráfico1).

Gráfico 1 – Distribuição (%) dos incêndios em relação a altura do sub-bosque



Fonte: O autor.

De acordo com os resultados representados no gráfico pode-se perceber que a maior incidência de incêndios florestais está localizada na faixa de altura da vegetação do sub-bosque acima de 40 cm até 100 cm, correspondendo a 70,75% dos registros.

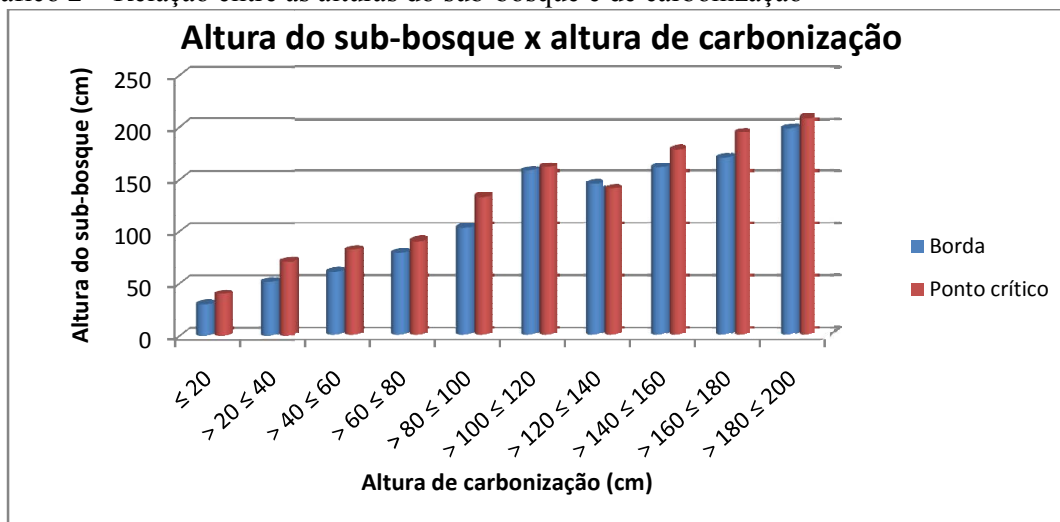
O baixo registro de ocorrência de incêndios na vegetação do sub-bosque superior aos 100 cm baseia-se na maior dificuldade de se encontrar áreas com essas alturas de vegetação nas áreas da empresa.

Incêndios criminosos correspondem a 99% das causas dos incêndios florestais da empresa e isso reflete no baixo percentual registrado pelos incêndios ocorridos em vegetação de alturas até 40 cm. Vegetação baixa proporciona menor dificuldade em controlar os focos de incêndios, gerando menores prejuízos econômicos para a empresa. Ribeiro (1997) correlacionou a altura de carbonização da casca de *Eucalyptus viminalis* com a intensidade do fogo, velocidade de propagação, espessura da serrapilheira e carga

de material combustível. Tozzini e Soares (1987) consideraram, em seu experimento, a altura de carbonização como um bom parâmetro para a estimativa da intensidade de fogo.

Para validação de estratégias que visem o manejo da vegetação do sub-bosque em prol de menores prejuízos econômicos com perdas de madeira para o processo fabril de produção de celulose, foi realizada uma análise do comportamento da altura de carbonização sobre a altura da vegetação do sub-bosque (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Relação entre as alturas do sub-bosque e de carbonização



Fonte: O autor.

A relação entre a altura da vegetação do sub-bosque sobre a altura de carbonização nos fustes dos plantios apresentou o que era esperado, uma vez que, quanto maior a altura do material combustível presente no sub-bosque espera-se que mais altas serão as alturas carbonizadas.

De forma específica, foi avaliada a diferença entre a relação da altura de carbonização das bordas dos incêndios e dos pontos críticos. Como já visto no gráfico, com exceção do intervalo $> 120 \text{ cm} \leq 140 \text{ cm}$, todos os outros apresentaram alturas de carbonização do ponto crítico superiores aos das bordas.

Para ambas as situações houve uma forte correlação positiva, apresentando respectivamente 0,97 e 0,98 para altura de carbonização da borda e do ponto crítico, ou seja, quanto maior a altura da vegetação do sub-bosque maior foi a altura de carbonização nos fustes do plantio.

Os resultados corroboram aos apresentados por Batista e Soares (1995), uma vez que a alta correlação significativa entre a intensidade de queima e altura de

carbonização foi influenciada pela altura da vegetação do sub-bosque e a velocidade de propagação do fogo.

5 CONCLUSÕES

Entre os sistemas de combate utilizados pela empresa o que apresentou características mais desejáveis foi Caf's com a aplicação de espuma, que é uma mistura em alta pressão da água transportada no tanque com retardante de fogo, uma vez que apresentou bons resultados em todos os aspectos avaliados, sendo o principal deles a capacidade de transformação do volume de água em espuma.

Para o combate dos incêndios florestais a técnica mais eficiente foi a do combate direto, pois apresentou em média menores tempos do que a confecção de aceiros em forma de linha úmida.

O manejo da vegetação do sub-bosque dos plantios de eucalipto facilita ambas as metodologias de combate analisadas, além disso, proporcionam menores alturas de carbonização, ou seja, áreas roçadas proporcionam maior facilidade de combate e controle dos incêndios e menores prejuízos com perdas de madeira carbonizada.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

BATTAGLIN, D. **Combate a incêndio florestal: influência da inclinação do terreno na propagação do incêndio em condições de laboratório**. Florianópolis, SC, 2012, 64 f. Monografia - Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2012.

BATISTA, A. C.; SOARES R. V. **Manual de prevenção e combate a incêndios florestais**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2003. 52 p.

BATISTA, A.C.; SOARES R. V. Relações entre a altura de carbonização da casca das árvores e algumas variáveis do comportamento do fogo em uma queima controlada em povoamento de *Pinus taeda*. **Revista Floresta**, Vol. 23, Nº. 1/2. Brasil. p. 47 - 53, 1995.

CAMARGOS, V. L. et al. Estudo do comportamento do fogo em um trecho de floresta estacional semi-decídua no município de Viçosa, Minas Gerais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 537-545, jul.-set., 2015.

CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S.; VALVERDE, S. R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da Economia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 105-118, 2005.

CUSTÓDIO, M. M. **Incêndios florestais no Brasil**. Conferência Grupo de Estudos de Incêndios Florestais. Universidade de Valladolid out. 2006.

Direcção Geral dos Recursos Florestais (D. G. R. F.)- Divisão de Defesa da Floresta Contra Incêndios (D. S. D. F.). **Incêndios Florestais Relatório de 2005**. Portugal. Jan.2006.

FIEDLER, N. C. et al. Intensidade de queima de diferentes retardantes de fogo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.4, p.691-696, 2015

FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 153-161, 2006.

FIEDLER, N. C.; RODRIGUES, T. O.; MEDEIROS, M. B. Avaliação das condições de trabalho de brigadistas de combate a incêndios florestais. **Revista Floresta**, v.34, n.2, p. 89-94, 2004.

FIEDLER, N. C.; RODRIGUES, T. O.; MEDEIROS, M. B. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal – Estudo de caso. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.55-63, 2006.

FONSECA, E. M. B.; RIBEIRO, G. A. **Manual de prevenção e controle de incêndios florestais**. Belo Horizonte, CEMIG, 2003.

FREITAS, L. C. **Avaliação quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal em plantios equiâneos de eucalipto**. VIÇOSA: UFV, 2004. 101 f. Tese (Magister Scientiae) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. 48p. 1998. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-de-prevencao-e-combate-aos-incendios-florestais.pdf>>. Acesso em: 05 abril 2016.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá 2015**: ano base 2014. São Paulo, SP, 2015. Disponível em: <http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 16set. 2015.

INCAPER – Instituto capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. **Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011 – 2013**. Aracruz. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Nordeste/Aracruz.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2015.

INCAPER – Instituto capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. **Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011 – 2013**. São Mateus. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Nordeste/Sao_Mateus.pdf>. Acesso em: 09 out. 2014.

JUVENAL, L. T.; MATTOS, R. L. G. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 16, p. 3-30, set. 2002.

LIMA, S. G.; SOARES, R. V. Avaliação da eficiência de combate aos incêndios florestais no Brasil. **Floresta**, 22 (1/2): 25-38, 1994.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 543p. 2014.

MAGALHÃES, S. R.; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A. Avaliação dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Serra da Canastra - Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 135-141, jan./mar. 2012.

MARTINS, R. N. et al. **Plano de ação para o desenvolvimento integrado do Vale do Parnaíba – PLANAP :técnicas de prevenção e combate à incêndios florestais**. Curitiba, PR, 51p. Fev. 2010.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2004.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 422p. 1989.

PANOSO, L. A. et al. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo**. Embrapa (Boletim Técnico, número 45), Rio de Janeiro, 461p, 1978.

PASTOR FERRER, E. **Contribució a l' estud Dels efectes dels retardants em l' extinció d' incendis forestals**. 2004. 304 p. Tese (Doutorado) - Centre de Estudis del Risc tecnològic, Departament d'Enginyeria Química, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, Barcelona, 2004.

PARIZOTTO, W. et al. Controle dos incêndios florestais pelo corpo de bombeiros de Santa Catarina: diagnóstico e sugestões para seu aprimoramento. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 4, p. 651-662, out./dez. 2008.

PEREIRA, J. F. **Variação da umidade dos combustíveis florestais em função dos índices de perigo de incêndios fma e fma+ em um povoamento de *Pinus elliottii* no município de Rio Negro -PR**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

PHILIPP, M. M. **Análise do perigo de incêndio em municípios do estado de Mato Grosso por meio da Fórmula de Monte Alegre**. 90 f., 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, 2007.

REZENDE, A. M. et al. **Cambio em alta favorece de forma variada os segmentos do setor florestal**. Análise Conjuntural – Abril/2015. 9 p. Viçosa, 2015. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/13858/AnaliseConjuntural_Numero_63_Ano7.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 16 set. 2015.

RIBEIRO, G. A. **Estudos do comportamento do fogo e de alguns efeitos da queima controlada em povoamentos de *Eucalyptus viminalis* Labill em Três Barras, Santa Catarina**. Curitiba, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

RIBEIRO, G. A. et al. Eficiência de um retardante de longa duração na redução da propagação do fogo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1025 - 1031, 2006.

RIGOLOT, E. Combustíveis. In: REGO, F. C.; BOTELHO, H. S. **As técnicas do fogo controlado**. Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro, 1990, p 35-38.

RODRIGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V. Análisis comparativo entre los incendios forestales en Monte Alegre, Brasil y Pinar Del Río, Cuba. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, maio/ago. 2004, p. 101 – 107.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A.C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**. 2006; 36(1): 93-100.

SILVEIRA, C. J. A.; COELHO, A. N.; ROCHA, M. G. B. **Instituto estadual de florestas: nova técnica para o programa de fomento ambiental – IEF**. Belo Horizonte, 2008.

SOARES, R. V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em 1983. **Brasil Florestal**, 58: 31-42, 1984.

SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. **Floresta**, v.22, n.1-2,p.39-54, 1992.

SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, p. 11-21. 2002.

SOARES, R. V.; BATISTA, A.C. **Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. 1. ed. Curitiba, v. 1. 264 p. 2007.

SOARES; R. V.; CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. **Floresta**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 46 – 49, 1974.

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

TEBALDI, A. L. C. et al. **Controle de incêndios florestais: contribuições para o corredor central da Mata Atlântica**. Cariacica, ES, 155p. 2012.

TETTO A. F. **Comportamento Histórico dos Incêndios Florestais na Fazenda Monte Alegre no período de 1965 a 2009**. Curitiba, PR: UFPR, 2012, 114 f. Tese (Doutorado em Conservação da Natureza) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2012.

TOZZINI, D. S.; SOARES, R. V. Relações entre comportamento do fogo e danos causados a um povoamento de *Pinus taeda*. **Floresta**, Curitiba, v.15, n.1-2, p.9-13, 1987.

VÉLEZ, R. M. **La defensa contra incendios forestales – fundamentos y experiencias**. Madrid: McGraw-Hill, 2000.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, G. T.; SOUZA, R. M. Caracterização do material combustível e simulação do comportamento do fogo em eucaliptais no litoral norte da Bahia, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 33 - 42 jan. / mar. 2014.