

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

VICTOR MOULIN MARABOTI

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES RETARDANTES DE FOGO EM
PLANTIO DE EUCALIPTO

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2015

VICTOR MOULIN MARABOTI

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES RETARDANTES DE FOGO EM
PLANTIO DE EUCALIPTO

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. Orientador: Prof. MSc. Saulo Boldrini Gonçalves.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2015

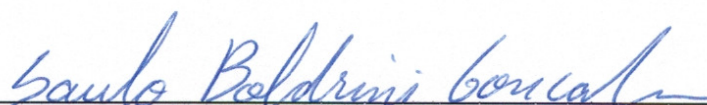
VICTOR MOULIN MARABOTI

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES RETARDANTES DE FOGO EM
PLANTIO DE EUCALIPTO

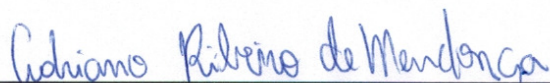
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

APROVADO EM: 11 de novembro de 2015

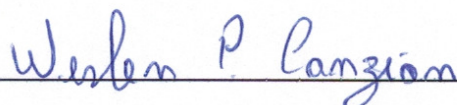
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. MSc. Saulo Boldrini Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Adriano Ribeiro de Mendonça
Universidade Federal do Espírito Santo



Eng.º Florestal Weslen Pintor Canzian
Universidade Federal do Espírito Santo

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder entusiasmo.”

Winston Churchill

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

À minha família, em especial a meu pai Elimar, minha mãe Maria Rosária e meu irmão Matheus, por todo sacrifício, apoio e pelo exemplo de vida que me passaram.

Aos meus professores pelos ensinamentos e em especial ao professor Nilton que cedeu sua propriedade para a realização deste trabalho e ao professor Saulo que colaborou na elaboração deste trabalho.

Aos amigos da Universidade, e principalmente, os amigos da república Muita-raça e Fenda do Bikini.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes retardantes e concentrações, sobre a intensidade de queima em plantio de eucalipto, no combate a incêndios florestais. A coleta de dados foi realizada em campo, numa propriedade rural no sul do Espírito Santo. Foram testados três retardantes de diferentes marcas, em quatro concentrações (1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5%) além de testemunha com água. A dosagem de cauda da mistura dos retardantes com água utilizada no trabalho foi de 0,5 litro por metro quadrado de área. Durante a queima de cada parcela foram avaliadas as seguintes variáveis: umidade relativa, velocidade do vento, tempo gasto para o fogo queimar a parcela com e sem o produto e a distância que o fogo avançou na parcela. Para a análise foi calculado a intensidade de queima da parcela por concentração do produto. Não houve interação significativa entre retardantes e concentrações, conforme análise de variância a 5% de probabilidade. Os retardantes Sil-ex e Pós-check apresentaram melhores resultados e o F-500 foi inferior, porém, quando comparados com a água à diferença entre os resultados é notável. A concentração de 2,5% foi a que apresentou menores valores de intensidade de queima. A menor intensidade de queima foi de $40,76 \text{ Kcal m}^{-1} \text{ s}^{-1}$, observada no Sil-ex com concentração de 2,5%, apresentando um valor de aproximadamente 2,5 vezes menor que a testemunha apresentou.

Palavras- chave: Incêndios florestais, intensidade de queima e retardantes de fogo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O problema e sua importância	2
1.2 Objetivo	3
1.2.1 Objetivo geral.....	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Incêndios florestais.....	4
2.2 Incêndios em florestas plantadas	4
2.3 Fatores que interferem no comportamento do fogo	5
2.4 Retardante de fogo.....	6
3. METODOLOGIA	7
3.1 Descrição da área	7
3.2 Experimento	7
3.3 Análise dos dados.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	10
5. CONCLUSÕES.....	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios da massa do material combustível, umidade, altura e densidade.....	10
Tabela 2 – Análise de variância para os retardantes de chama em diferentes concentrações.....	11
Tabela 3 – Comparação entre as médias dos tipos de retardantes avaliados na pesquisa, pelo teste t de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.....	11

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Posicionamento das parcelas.	7
Figura 2 – Modo de aplicação do fogo e do retardante	8
Figura 3- Comportamento da intensidade de queima nas diferentes concentrações testadas.....	12

1. INTRODUÇÃO

As florestas plantadas ocupam uma área de 7,74 milhões de hectares, o que corresponde a 0,9% do território nacional, o setor brasileiro de árvores plantadas é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais no País – os demais 9% vêm de florestas nativas legalmente manejadas. Os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares da área de árvores plantadas no País, o que representa 71,9% do total (IBÁ, 2015).

Essas áreas dispõem de uma grande disponibilidade de material combustível, como a madeira e o material orgânico que se encontra sobre o solo, composto por folhas e galhos, além da vegetação de sub-bosque presente (BORGES et. al., 2011; SOARES 1992).

O fogo é o principal causador de danos às florestas no Brasil e no mundo, gerando perdas ambientais, econômicas, e até mesmo humano (SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006). Segundo Soares (1985), fogo é o fenômeno físico que resulta da rápida combinação entre três elementos: oxigênio, calor e combustível (triângulo do fogo).

Com o passar dos anos o fogo foi utilizado como um instrumento de trabalho, principalmente para limpeza de áreas para produção agrícola. A queima controlada ou prescrita é uma forma de manejo de áreas agrosilvopastoris com baixo custo. Apesar das vantagens, os riscos devem ser analisados, sempre que possível à queima controlada deve ser substituída por alternativas que evitem o uso de fogo.

Devido a grande susceptibilidade dessas áreas quantos aos incêndios florestais, faz-se necessário estimar as técnicas de combate e prevenção, tendo em vista que, a prevenção de um incêndio é possível, porém, não é possível extinguir a possibilidade de ocorrência do mesmo.

Para combater um incêndio florestal deve se ter como finalidade a eliminação de ao menos de um dos componentes do triângulo do fogo, ou seja, o material combustível, oxigênio ou o calor (FIEDLER et. al., 2000).

Os retardantes são compostos químicos basicamente uma mistura de fosfato de amônio com sulfato de amônio. O produto altera a flamabilidade do material combustível, alterando o sentido da reação da queima quando expostos ao fogo. Ele proporciona por meio da liberação de água a transformação direta do material combustível em carvão, impedindo a liberação de gases inflamáveis que colaboram

para o pré-aquecimento, a combustão em chamas e conseqüentemente o alastramento do fogo (RIBEIRO et. al., 2006).

O conhecimento do efeito do retardante no comportamento do fogo é de fundamental importância no indicativo de concentrações dinâmicas tornando seu uso economicamente viável para a construção de aceiros molhados.

1.1 O problema e sua importância

As ocorrências de incêndios florestais causam destruição da biodiversidade do planeta, além de grandes prejuízos em florestas plantadas. As causas de incêndios florestais estão ligadas, principalmente, a ação antrópica, seja por negligência ou intencional. Atualmente o setor florestal busca ações de prevenção e pré-supressão com maior eficiência possível.

O incêndio florestal constitui-se numa preocupação que mobiliza uma grande soma de esforços e recursos nas operações de combate. Esses incêndios geram prejuízos ao homem e ao ambiente, causando também prejuízos econômicos consideráveis (LORO; HIRAMATSU, 2004).

Segundo Nunes (2005) as formas de combate aos incêndios florestais existentes, mesmo com seus elevados custos, tem alcançado grande avanço.

O combate aos incêndios florestais é um processo oneroso, devido à dificuldade em se obter água próximo aos focos de incêndios. Além dos prejuízos causados pelo fogo descontrolado, os custos para o transporte da água sejam por caminhões-pipa ou até mesmo helicópteros, aumentam ainda mais os gastos no combate aos focos de incêndios. Os aceiros molhados surgem como uma opção viável e com amplo uso no meio florestal.

O emprego da água acompanhada de retardantes de fogo eleva a eficiência dos aceiros molhados. A maior vantagem dos retardantes de fogo é o aumento da eficiência do uso da água com um custo relativamente baixo, já que uma das grandes dificuldades em combate de incêndios é a disponibilidade de água no local do sinistro.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes retardantes e concentrações, sob a intensidade de queima em plantio de eucalipto, no combate a incêndios florestais.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito de diversos tipos de retardantes de fogo na eficiência de combate aos incêndios florestais.
- Avaliar o efeito das diferentes concentrações de retardantes de fogo na eficiência de combate aos incêndios florestais.
- Obter a intensidade de queima.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Incêndios florestais

Incêndio florestal é definido como uma queima não controlada que avança sobre floresta consumindo seus combustíveis naturais, respondendo apenas às alterações ambientais e às influências derivadas dos combustíveis vegetais, do clima e do relevo (BATISTA; SOARES, 2003).

Qualquer ocorrência de fogo em áreas florestais é considerada um incêndio florestal, cujas causas podem ser naturais ou não, podendo também estar associadas à forma acidental e, portanto, imprevista pelos responsáveis pelas áreas, não sendo levado em consideração o tamanho (FONSECA; RIBEIRO, 2003)

Os incêndios florestais causam inúmeros danos aos ecossistemas florestais e têm importância ecológica fundamental por causa de sua influência sobre a poluição atmosférica e mudanças climáticas, que têm impactos diretos e indiretos sobre os habitats e os ecossistemas (BATISTA, 2009).

A ocorrência de incêndios florestais consiste numa preocupação que movimenta uma grande soma de esforços e recursos nas operações de combate. A presciência do nível de perigo de um incêndio constitui um elemento fundamental para a proteção das florestas contra esta ameaça, permitindo uma melhor gestão dos meios de combate (BOTELHO, 1996).

Estudos em todo o mundo evidenciam uma tendência de aumento na ocorrência de incêndios florestais, como também suas áreas afetadas, beneficiadas pelas mudanças climáticas, ocorrências cíclicas de eventos climáticos de larga escala (como, por exemplo, El Niño e La Niña) e diversas atividades humanas que empregam o fogo, sobretudo para o manejo e uso da terra em atividades agro-silvo-pastoris (RAMOS, 2004).

2.2 Incêndios em florestas plantadas

Segundo Soares (1994) as florestas plantadas, proporcionam mudanças no meio ambiente, de certa forma facilitam a ocorrência e aumentam a incidência de focos de incêndios florestais. Para Soares (2000) as mesmas são mais susceptíveis à ocorrência de incêndios quando comparadas as florestas naturais, principalmente pela incidência do vento e luminosidade, que diminuem a umidade em seu interior.

Alterações no ambiente como essa promove o aumento da possibilidade de surgirem focos que ao tomarem dimensões maiores resultam nos grandes incêndios.

Entre os anos de 1994 e 1998, no Brasil, 14 mil hectares de eucaliptos foram queimados (SOARES e SANTOS, 2002). Nos anos de 1998 a 2002 a área atingida por incêndios foi de aproximadamente 13,5 mil hectares, correspondeu a 30% dos incêndios sobre todas as vegetações (SANTOS, 2006). Confrontado com os demais plantios florestais, os eucaliptos são mais representativos em ocupação de áreas e com isso a possibilidade de ocorrer um incêndio nessas florestas tende a ser maior quando comparado às demais classes de vegetação.

O uso de práticas silviculturais preventivas é uma forma alternativa de manejo do material combustível presente sobre o solo, uma forma de reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios em florestas plantadas (SOARES, 2000).

2.3 Fatores que interferem no comportamento do fogo

Nos incêndios florestais, os materiais combustíveis são caracterizados pela biomassa vegetal que é composta basicamente por folhas, galhos e madeira. A maneira como o fogo se comporta é um fator que deve ser considerado para o planejamento do combate aos incêndios. Deste modo, deve ser avaliado para garantir condições de segurança adequadas aos brigadistas e permitir uma melhor organização do combate com maior concisão (MARTINS, 2010).

Comportamento do fogo é o modo como ocorre à combustão em um incêndio, como as chamas se desenvolvem e como o fogo se alastra exibindo outras características que são determinadas pela interação entre a topografia, os tipos de materiais combustíveis e as variáveis meteorológicas como, vento, precipitações, umidade relativa do ar (BATISTA, 2009).

Dentre os parâmetros que caracterizam o comportamento do fogo, a velocidade de propagação e a intensidade de queima consistem nas variáveis de maior importância no planejamento de combate a um incêndio florestal (BEUTLING, 2009; BATISTA, 2009).

Material combustível é todo material orgânico, presente no solo ou sob ele, vivo ou morto, capaz de entrar em combustão (SOARES, 1985; BATISTA, 1990). No controle incêndios florestais é necessário conhecer as características básicas dos materiais combustíveis (WHITE et al., 2014).

Os materiais finos mortos, que constituem a serrapilheira, são os de maior importância na propagação dos incêndios florestais, pois sofrem rápida variação no seu teor de umidade em resposta às variações climáticas. Essa variação, por sua vez, condiciona de maneira decisiva a intensidade e a velocidade de propagação do fogo (MARTINS, 2010).

A intensidade de um incêndio e a velocidade com que ele avança estão diretamente ligados à umidade relativa, temperatura e velocidade do vento o (NUNES, 2005).

2.4 Retardante de fogo

Retardantes de fogo são produtos químicos que podem ser empregados sozinhos ou misturados com água, apresentam como vantagem o aumento da eficiência do uso da água com um custo relativamente baixo (SANT' ANNA, FIEDLER e MINETTE, 2007). São usados para reduzir ou eliminar a combustão de um determinado material combustível e uma posterior propagação do fogo (RIBEIRO *et al.*, 2006).

Segundo Pardo (2007), os retardantes são sais compostos basicamente por polifosfato de amônia, que são diluídos em água para aplicação. O retardante altera a inflamabilidade do combustível, modificando o sentido da reação da combustão quando exposta ao fogo. Na presença do retardante, a liberação dos gases inflamáveis, combustão em chamas e posteriormente a propagação do fogo, não ocorre, pois após a aplicação do retardante o material em combustão é transformado diretamente em carvão com liberação de água. A água, ao evaporar, absorve calor, diminuindo a temperatura do material combustível e, logo, impede a continuação da reação da combustão devido à barreira formada (RIBEIRO *et al.*, 2006).

De acordo com Pardo (2007), os retardantes podem ser aplicados sobre o material combustível para retardar ou impedir a combustão, sendo que sua ação não é interrompida após a evaporação da água. A função do produto é evitar a pirólise, transformando o combustível em uma material não inflamável.

3. METODOLOGIA

3.1 Descrição da área

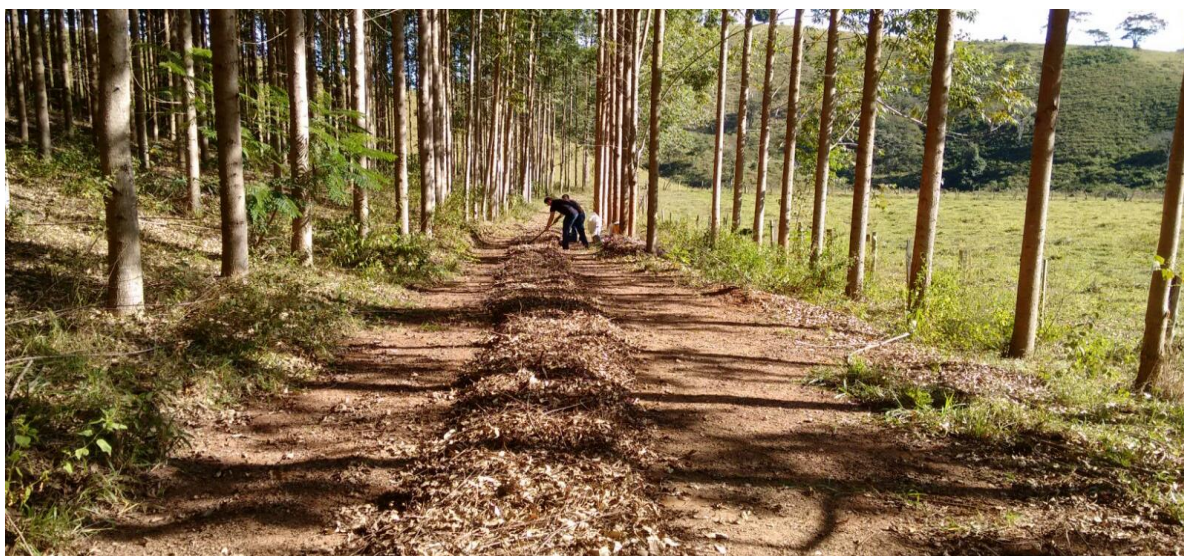
O trabalho foi desenvolvido em uma propriedade rural pertencente ao município de São José do Calçado, Espírito Santo, (20° 55' 55.4"S e 41° 37' 34.0" W). A propriedade se encontra em uma zona natural chuvosa, caracterizada por possuir temperaturas amenas, e relevo acidentado com declividades superiores a 8% (INCAPER, 2010). A área é ocupada pelo cultivo de eucalipto, café e pastagem. As estradas não pavimentadas cortam os plantios de eucalipto, proporcionando acúmulo de material combustível seco.

3.2 Experimento

Visando a padronização do experimento, todas as parcelas foram montadas com o material combustível característico de plantio de eucalipto, ou seja, a serapilheira seca depositada no solo, constituída de folhas secas e galhos de até 5 cm de diâmetro. A quantidade de calda utilizada nesta pesquisa foi de 0,5 L por metro quadrado, em diferentes concentrações (1,0%, 1,5%; 2,0% e 2,5%) dos retardantes de fogo *Silv-ex*, *F-500*, *pós-check*, além da água, como testemunha. O teste foi realizado em uma estrada de um plantio de eucalipto de 7 anos (Figura 1), sem declividade, com parcelas de 1,0 x 3,0 m de dimensão.

Figura 1 – Posicionamento das parcelas.

Fonte: O autor.



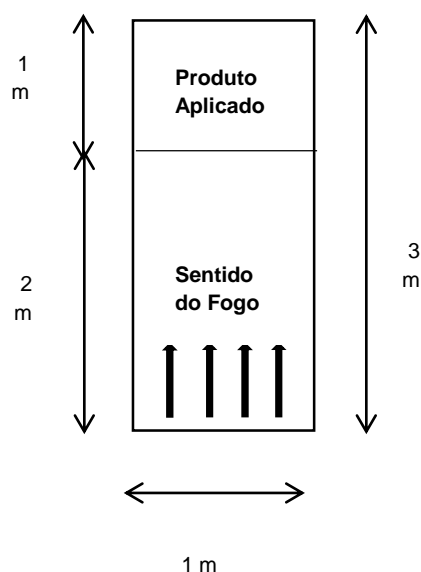
Para montagem das parcelas, a estrada de três metros de largura foi subdividida em três partes iguais de um metro de largura. A parte central recebeu o material das duas outras partes, formando uma única leira com 1 metro de largura. As dosagens foram aplicadas na terceira parte das parcelas (1,0 x 1,0 m), sendo pulverizados 500 ml de calda, de forma homogênea, com as diferentes concentrações.

Foi realizado o delineamento em parcelas inteiramente ao acaso, montadas 36 parcelas, foram testados três retardantes, com quatro concentrações em três repetições, além de uma testemunha, com água.

Antes de ser dada a ignição em um dos lados da parcela, foi aplicado de forma homogênea a mistura de retardante de fogo com água no espaço destinado (1,0 x 1,0 m). A linha de fogo foi acesa em uma das extremidades da parcela (sem o produto), de forma que o fogo percorresse na direção do local com o produto aplicado. A distância queimada referiu-se, apenas, à extensão que o fogo percorreu na parte da parcela com os retardantes. A parte da parcela sem o produto serviu apenas para a linha de fogo se estabelecer (Figura 2).

Figura 2 – Modo de aplicação do fogo e do retardante

Fonte: O autor



Durante a queima de cada parcela foram realizadas as seguintes medições: umidade relativa, velocidade do vento, tempo gasto para o fogo queimar a parte da parcela sem o produto, tempo gasto para o fogo queimar a parte da parcela com o produto.

A intensidade de queima foi determinada pela equação de Byram (1959). A intensidade de queima permitiu uma avaliação dos efeitos do fogo na parte aérea da vegetação em níveis mais elevados, tendo em vista a liberação de calor para a atmosfera (Equação 1).

$$I = H.w.r \quad (01)$$

Onde:

I = intensidade de queima, ($\text{kcal.m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$);

H = poder calorífico do material combustível dominante, (kcal);

w = carga de material combustível disponível, (kg.m^{-2});

r = velocidade de propagação do fogo, (m.s^{-1})

Para determinação da umidade, foi utilizado um gabarito de 2,5 kg de material combustível por metro quadrado. Essa amostra de material foi levada para estufa (65°C) até peso constante para determinação da quantidade de matéria seca, umidade e determinação do poder calorífico.

3.3 Análise dos dados

Após o cálculo de intensidade de queima de cada tratamento, foi feita análise estatística dos dados utilizando o software Sisvar 5.4. Para verificar interação entre as concentrações e os retardantes foi realizada uma análise de variância ao nível de 5% de significância. As médias dos retardantes foram submetidas ao teste t de Tukey ao nível de 5% de significância, quando necessário. O efeito das concentrações foram avaliadas por meio da análise de regressão ao nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O material combustível total utilizado nesta pesquisa foi de 2,5 kg.m⁻², o que correspondeu a 25 t.ha⁻¹. Tal valor ficou dentro do esperado, pois Rego e Botelho (1990) afirmam que a quantidade de material combustível em florestas pode variar de 20 a 100 t.ha⁻¹.

Segundo a classificação de Brown (1974), o material combustível estudado se enquadra nas menores classes de espessura e diâmetro, variando de 0-5 cm. O peso do material combustível utilizado, sua umidade, altura e densidade estão demonstrados pelas respectivas médias na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios da massa do material combustível, umidade, altura e densidade.

	Média	Valor máximo	Valor mínimo	Desvio padrão
Total MC* úmido (kg.m ⁻²)	2,5	2,63	2,39	0,1235
Total MC* seco (kg.m ⁻²)	2,18	2,37	1,99	0,1862
Umidade (%)	12,80	16,39	10,04	3,2471
Total MC* (ton.ha ⁻¹)	25,00	26,31	23,86	1,2326
Altura MC* (cm)	20,00	20,00	20,00	-
Densidade (kg.m ⁻³)	12,50	13,15	12,35	0,6176

*MC = Material Combustível

A densidade do material combustível utilizada foi de 1,31 comparado com Batista et al. (2008). Essa condição de alta densidade, associada ao diâmetro do material combustível inferior a 5 cm, foi determinante para propagação do fogo (BOTELHO e FERNANDES, 1999), ocasionando queimas de altas intensidades e tornando possível, dessa forma, avaliar a eficiência dos retardantes e suas concentrações.

A análise de variância da interação entre retardantes e concentrações foi não significativa ao nível de probabilidade de 5%, (Tabela 2). Para os efeitos qualitativos (retardantes), foi realizado teste de médias e para os efeitos quantitativos (concentrações) foi realizado análise de regressão.

Tabela 2 – Análise de variância para os retardantes de chama em diferentes concentrações.

Fv	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Retardantes	2	512,1271	256,0635	15,36	0.0001
Concentrações	3	772,0299	257,3433	15,43	0.0001
Retardantes*	6	242,4476	40,4079	2,42	0.0565
Concentrações					
Resíduo	24	400,0835	16,6702		
Total	35	1926,6881			
CV (%)	7,52				
Média geral	54,3223				

Em que: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; Fc = F calculado; Pr = probabilidade; CV = coeficiente de variação (%).

Na Tabela 3 são apresentados as médias dos tipos de retardantes avaliados nos três tratamentos pelo teste t de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.. Observa-se que os retardantes Silv-ex e o Pós-check apresentaram menores valores intensidades de queima e não se diferenciaram estatisticamente, já o F-500 apresentou valores maiores de intensidade de queima entre tratamentos.

Tabela 3 – Comparação entre as médias dos tipos de retardantes avaliados na pesquisa, pelo teste t de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tratamentos	Médias Kcal*m ⁻¹ *s ⁻¹	Resultados do teste
Silv-ex	50,726	A
Pós-check	52,708	A
F-500	59,532	B

Em que: Médias seguidas de mesma letra não se diferenciaram entre si pelo teste t de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Fiedler et al. (2015), os retardantes Pós-check e Silv-ex apresentam menores valores de intensidade de queima, 48.613 Kcal.m⁻¹.s⁻¹ e 54.296 Kcal.m⁻¹.s⁻¹, respectivamente, enquanto a intensidade de queima do F-500 foi de 57.320 Kcal.m⁻¹.s⁻¹. Os dados encontrados nesta pesquisa foram semelhantes aos apresentados no trabalho citado.

Os resultados obtidos com a aplicação de retardantes mostram uma eficiência na redução da intensidade de queima quando se compara esses valores de intensidade utilizando somente a água, que foi de $100,821 \text{ Kcal.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$.

Os retardantes Sil-ex e Pós-chek nas condições em que o trabalho foi realizado, apresentaram melhores resultados, visto que, quanto menor a intensidade de queima de um incêndio, mais fácil tende a ser o seu controle.

Os resultados obtidos por meio da análise de regressão dos valores das concentrações indicam que de acordo com o aumento da concentração de retardante diminui a intensidade de queima (Figura 3).

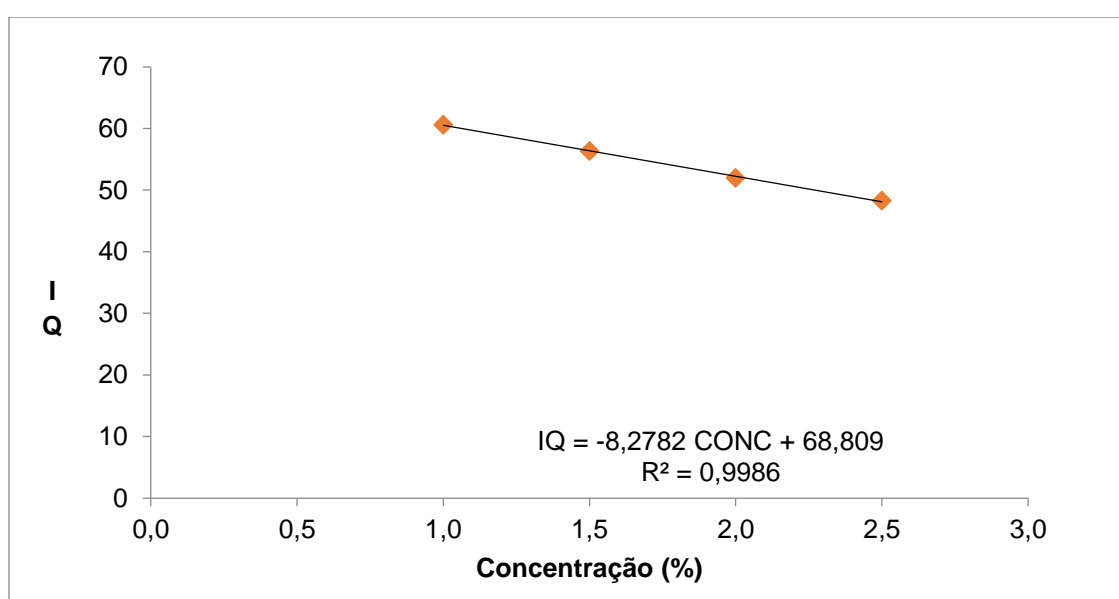


Figura 3- Comportamento da intensidade de queima nas diferentes concentrações testadas.

Em que: IQ = intensidade de queima ($\text{Kcal.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$).

Por meio da análise de regressão foi possível observar que com o aumento de 1% da concentração do retardante ocorre a diminuição da intensidade de queima em $8,278 \text{ Kcal.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições de trabalho, concluiu-se que:

- O aumento da concentração do retardante diminui o valor da intensidade de queima.
- O silv-ex e o pós-check apresentaram os menores valores de intensidade de queima entre os retardantes testados.
- A concentração de 2,5% apresentou os menores valores de intensidade de queima.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Indústria brasileira de árvores (IBA). **Relatório IBÁ 2015**. Disponível em: <http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf >. Acessado em 15 Out. 2015.

BATISTA, A. C. O uso dos retardantes no combate aéreo aos incêndios florestais. **Revista Floresta**, Curitiba ,v.39, p. 5-10, 2009.

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. et al. Avaliação da eficiência de um retardante de longa duração, à base de polifosfato amônico, em queimas controladas em condições de laboratório. **Scientia Forestalis**, v.36, p. 223-229, 2008.

BEUTLING, A. **Modelagem do comportamento do fogo com base em experimentos laboratoriais e de campo**. 2009. 144 f. Tese (Doutorado) em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BORGES, T. S. et. al. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo . **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 2, p. 153– 159, 2011.

BOTELHO, H. S. **Efeitos do fogo controlado em árvores de povoamento jovens de *Pinus pinaster***. Vila Real, Portugal: UTAD, 1996.

BOTELHO, H ; FERNANDES, P. **Manual de uso do fogo na gestão de matos**. Vila Real. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro,1999.59p

BROWN, J.K. **Handbook for inventorying downed woody material**. Ogden: Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1974. p.1-24. (General Technical Report, INT-16).

BYRAM, G.M. Combustion of forest fuels. In: DAVIS, K.P. **Forest fire - control and use**. New York: Mc Graw Hill, 1959. p. 77-84.

FIEDLER, N.C. et. al. **Combate aos incêndios florestais**. In: Revista Comunicações Técnicas Florestais, v.1. n.2. Brasília. 2000. 36 p.

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.

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

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural 2010**. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Caparao/Sao_Jose.pdf>. Acessado em 25 Set. 2015.

LORO, L. V.; HIRAMATSU, N. A. Comportamento do fogo, em condições de laboratório, em combustíveis provenientes de um povoamento de *Pinus elliottii* L. **Revista Floresta**, Curitiba, v.34, n.2, p.127-130, 2004.

MARTINS, S.R. 2010. **Incêndios florestais: Comportamento, segurança e extinção**. Tese de Mestrado. Universidade de Coimbra.

NUNES, J. R. S. **FMA+ - Um Novo Índice de Perigo de Incêndios Florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. Curitiba, 2005 150p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

PARDO, J. M. **Retardantes terrestres, uma novidade en La lucha de incêndios forestales**. IV Simpósio Sul Americano sobre prevenção e combate a incêndios florestais e 8ª Reunião técnica conjunta SIF/FUPEF/IPEF sobre controle de incêndios florestais. Belo Horizonte, 2007.

RAMOS, M. P. **Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales de Petén** (TCP/GUA/2903) Módulo I: Prevención de Incendios. FAO Guatemala, Guatemala City, 71 p. 2004.

REGO, F.R.; BOTELHO, H.S. **Técnica do fogo controlado**. Trás-os-Montes e Alto Douro: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1990. 124p.

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

SANT'ANNA, C.M.; FIEDLER, N.C.; MINETTE, L.J. **Controle de incêndios florestais**. Alegre, ES. Os Editores, 2007. 152 p.

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

SOARES, R. V. **Incêndios Florestais - Controle e Uso do Fogo**. Curitiba: FUPEF, 213 p, 1985.

SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais Floresta, **Revista Floresta**. Curitiba, v.22, n.1/2, p.39-53, 1992.

SOARES, R.V. Ocorrência de incêndios florestais em povoamentos florestais. **Floresta 22(1/2)**; 39-53. 1994

SOARES, R.V. Novas tendências de controle de incêndios florestais. **Floresta 30(1/2)**; 11-21, 2000

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Revista Floresta**. Curitiba, v. 32, n. 2, p. 219-225, 2002.

WHITE, B. L. A. et as. Caracterização do material combustível superficial no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Sergipe, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n. 3, p. 699-706, 2014.