

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

WESLEN PINTOR CANZIAN

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE RETARDANTES DE FOGO EM TESTES  
DE LABORATÓRIO

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO  
2013

WESLEN PINTOR CANZIAN

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE RETARDANTES DE FOGO EM TESTES  
DE LABORATÓRIO

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. Dr. Nilton Cesar Fiedler.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2013

WESLEN PINTOR CANZIAN

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE RETARDANTES DE FOGO EM TESTES  
DE LABORATÓRIO

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

Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler.

Aprovada em 06 de setembro de 2013

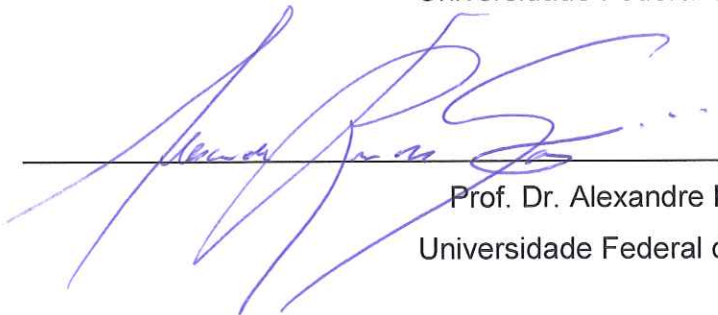
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler

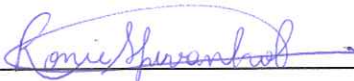
Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador



Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos

Universidade Federal do Espírito Santo



Engº Florestal Ronie Silva Juvanhol

Universidade Federal do Espírito Santo

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha família pela total dedicação e apoio em todos os momentos.

A Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.

Ao laboratório de colheita, ergonomia e logística florestal (LABCELF) da UFES, pela estrutura e pelos equipamentos oferecidos.

Ao professor Nilton Cesar Fiedler pelos ensinamentos, dedicação e orientação.

A todos os professores que me capacitaram em minha formação profissional com um ensino de imensa qualidade.

Ao Reginaldo, Edimilson e Jailson pelo fornecimento de dados e conselhos durante a realização do estudo.

A toda equipe da Fibria pelo apoio na pesquisa com equipamentos e disponibilidade de trabalho na empresa.

A Universidade Federal de Viçosa, pela disponibilidade da mesa para testes, em especial ao Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de Incêndios Florestais e de Conservação da Natureza.

Ao Erlon e o professor Guido, pela ajuda e disponibilidade de estrutura e material para pesquisa.

A Kelly Nery Bigli por todo companheirismo, carinho e compreensão.

Ao Jair Krause Junior por todo auxílio durante esses anos de trabalho juntos.

Aos colegas de laboratório Renan, Filipe, Flávio, Alexandre, Mateus e Ronie pela ajuda na realização do trabalho.

A FAPES e ao CNPq pelos apoios financeiros ao laboratório que possibilitaram a aquisição dos equipamentos utilizados na pesquisa.

E a turma de Engenharia Florestal 2009/1 pelos anos de convivência e amizade.

## RESUMO

Esta pesquisa objetivou avaliar o efeito de diversos tipos de retardantes de fogo e dosagens na eficiência do combate aos incêndios florestais. A coleta de dados foi realizada nas dependências do Laboratório de Incêndios Florestais e de Conservação da Natureza, do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa. O experimento foi conduzido em mesa experimental com 4 tipos de retardantes de fogo (Phos-chek, Silv-ex, F-500, Licet) em 3 concentrações (0,5%, 1% e 1,5%) e testemunha com água. A dosagem de calda foi de 0,5 litros por metro quadrado de área. Para a análise foi medido o tempo que o fogo levou para consumir a área com a aplicação do produto e a distância entre o início da parcela e o local onde o fogo se extinguiu. Durante a queima de cada parcela (tratamento/repetição) foram avaliadas as seguintes variáveis: umidade relativa, velocidade do vento, tempo gasto para o fogo queimar a parcela sem o produto, tempo gasto para o fogo queimar a parcela com o produto e a distância que o fogo avançou na parcela com o produto. Foi calculada ainda a intensidade de queima. De uma maneira geral, a melhor eficiência foi evidenciada no Phos-chek, a menor intensidade de queima foi de  $36,5245 \text{Kcal} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  e a melhor concentração foi de 1,50%, reduzindo a taxa de inflamabilidade e aumentando o tempo de queima por metro percorrido.

Palavras-chave: Incêndios florestais; combate de incêndios; intensidade de queima.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 O problema e sua importância.....	2
1.2 Objetivo.....	2
1.2.1 Objetivo geral .....	2
1.2.2 Objetivos específicos .....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Incêndios Florestais.....	3
2.2 Incêndios em Florestas Plantadas .....	4
2.3. Prevenção e Combate aos Incêndios.....	4
2.4. Retardante de Fogo.....	6
3. METODOLOGIA.....	7
3.1. Região de estudo .....	7
3.2. Procedimento de trabalho.....	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
5. CONCLUSÕES.....	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Intensidade média de queima dos retardantes de fogo. ....	11
Tabela 2 – Tempo gasto por metro percorrido na parcela com retardante em(s). .....	12

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mesa experimental do teste de retardante de fogo. ....	8
Figura 2 - Adaptação feita bico de bomba costal com garrafa pet. ....	8
Figura 3 - Modelo de aplicação do fogo e do retardante. ....	9
Figura 4 - Variação na intensidade do fogo ( $\text{Kcal}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ ). ....	12



## 1. INTRODUÇÃO

O fogo foi uma ferramenta de grande valor para o desenvolvimento da humanidade. Desde a época primitiva ele já apresentava papel fundamental para obtenção de luz e calor para as tribos.

Com o passar do tempo o fogo passou a ser usado como um instrumento de trabalho, principalmente para limpeza de áreas para produção agrícola. O problema é que nem sempre essa prática é realizada com autorização de um órgão responsável, e quando ela foge do controle, pode causar destruição, além de pôr em risco o que se tem de mais valioso para o ser humano, que é a própria vida.

Incêndio florestal é caracterizado por uma combustão sem domínio que avança consumindo os materiais combustíveis naturais de uma floresta, apresentando como principal atributo o fato de alastrar-se livremente, respondendo exclusivamente às alterações do ambiente e às influências provindas dos combustíveis vegetais, do clima e da topografia (BATISTA e SOARES, 2003).

No geral, a cada ano os incêndios consomem grandes áreas de florestas em todo o planeta, ocasionando efeitos impactantes, tanto do ponto de vista econômico como ambiental. No Brasil, por falta de consciência, a grande maioria das causas de incêndios florestais está ligada a ação antrópica por negligência ou intencional.

Um dos fatores que influenciam na combustão é o material combustível que é a matéria que irá inflamar durante o incêndio. Cada tipo de material tem um poder calorífico, formato e dimensão que irá influenciar na intensidade do fogo. Além disso, o teor de umidade também influencia na combustão, uma vez que parte da energia do incêndio será gasta no processo de evaporação da água (FILHO *et al.*, 2012).

Para o combate aos incêndios florestais, um dos maiores problemas é a obtenção de água, pois na maioria das vezes, a distância para sua captação torna a atividade de alto custo. Por isso é de fundamental importância o estudo de produtos químicos que melhorem a eficiência da água no combate aos incêndios florestais.

Retardante de fogo é uma mistura química que utilizada, sozinha ou misturada com água proporciona a redução ou eliminação da combustão de um determinado material combustível (RIBEIRO *et al.*, 2006).

Uma grande vantagem do uso desses produtos retardantes de fogo é o aumento da eficiência do uso da água com um custo relativamente baixo (SANT'ANNA, FIEDLER e MINETTE, 2007).

A importância do uso de produtos químicos que melhorem a eficiência da água na extinção do fogo ou que possam substituí-la aumenta à medida que alarga a dificuldade em se obter água e aumenta a intensidade do incêndio (BATISTA, 2009).

## **1.1 O problema e sua importância**

Os incêndios florestais causam anualmente uma enorme destruição da biodiversidade do planeta, além dos prejuízos diretos incalculáveis de florestas plantadas, benfeitorias, residências e animais.

No Brasil a grande maioria das causas de incêndios florestais está ligada a ação antrópica por negligência ou intencional. Empresas Florestais tem buscado ações de prevenção e pré-supressão com maior eficiência possível. Os aceiros molhados surgem como alternativa viável e de amplo uso no meio florestal, nas Unidades de Conservação, nas margens de rodovias e representam um valioso instrumento em qualquer plano de proteção contra os incêndios florestais.

O emprego de retardantes de fogo à água aumenta a eficiência dos aceiros molhados. A maior vantagem do uso desses produtos 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 e dificuldade de água.

## **1.2 Objetivo**

### **1.2.1 Objetivo geral**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência de diferentes tipos de retardantes de fogo utilizados no combate aos incêndios florestais.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a intensidade de queima.
- Avaliar a melhor concentração.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Incêndios Florestais

Velez (2000) define incêndio florestal como o fogo descontrolado que queima uma floresta, podendo ser de forma natural ou intencional.

Incêndio florestal pode ser definido como uma queima sem controle que avança consumindo os combustíveis naturais de uma floresta, respondendo apenas às variações ambientais e às influências derivadas dos combustíveis vegetais, do clima e da topografia (BATISTA; SOARES, 2003).

Para Parizotto (2008), incêndios florestais são as maiores ameaças para os povoados florestais e florestas nativas. Os incêndios estão cada vez mais comuns, trazendo grandes preocupações, pois além das perdas materiais como florestas, benfeitorias e biodiversidade, muito das vezes, põem em riscos o que as pessoas têm de mais valioso, que é a própria vida.

Para Fonseca; Ribeiro (2003) incêndio florestal é qualquer ocorrência de fogo em áreas florestais, cujas causas podem ser naturais ou intencionais, podendo também estar associadas à forma acidental e, portanto, imprevista pelos responsáveis pelas áreas, não sendo levado em consideração o tamanho.

O registro de ocorrência de incêndios florestais é uma ferramenta para se conhecer a problemática que tal fenômeno pode causar em florestas nativas ou plantadas. A localização dos incêndios em registros é fundamental para saber onde ocorrem os incêndios, quando eles ocorrem e conhecer suas principais causas, pois, sabendo suas principais características, facilita metodologias de prevenção, combate e até minimização de ocorrências, com o objetivo principal de diminuir as ocorrências com o passar do tempo. (SANTOS, 2004).

O registro e disponibilidade das causas e da frequência dos incêndios florestais são de extremo valor, principalmente levando-se em consideração que as metodologias de prevenção são baseadas em registros de ocorrências (SANTOS, 2004).

As estações de inverno e primavera, devido às baixas incidências de precipitação, é o período de mais preocupações com incêndios florestais. Esse período é caracterizado por enormes perdas nos setores agrícola, florestal e pela

perda de ecossistemas naturais, além do principal bem humano, que é a própria vida (PEREIRA, 2009).

Estudos sobre os incêndios florestais em várias partes do mundo evidenciam uma tendência de aumento das ocorrências e das áreas afetadas, favorecidas pelas mudanças climáticas, ocorrências cíclicas de eventos climáticos de larga escala (como, por exemplo, El Niño e La Niña) e diversas atividades humanas que utilizam o fogo, especialmente para o manejo e uso da terra (RAMOS, 2004).

## **2.2 Incêndios em Florestas Plantadas**

O numero de ocorrências quase que periódica de incêndios florestais em áreas plantadas, é maior devido a maior susceptibilidade dessas florestas quando comparadas com as florestas naturais (SOARES, 1994).

Já que as florestas plantadas são mais expostas e tendenciosas a ocorrência de incêndios, praticas silviculturais podem ser adotadas como metodologias de prevenção, estabelecendo técnicas de prevenção desde o plantio das espécies. Dentro dessa situação, o manejo do material combustível se destaca como uma opção a ser adotada (SOARES, 2000).

O propósito da silvicultura preventiva, é de controlar o material combustível, para dessa forma minimizar os problemas causados pelos eventuais incêndios (VELEZ, 1991).

Espécies florestais quando plantadas de forma homogênea, proporcionam mudanças no meio ambiente, de certa forma facilitando a ocorrência e aumentando a incidência de focos de incêndios florestais (SOARES, 1994).

## **2.3. Prevenção e Combate aos Incêndios**

A diminuição e minimização dos incêndios florestais podem ser realizadas a partir de diferentes ações envolvendo etapas de prevenção e pré-supressão do fogo. Dentre essas ações, destaca-se uma metodologia com o uso de aceiros naturais para a contenção ou redução da propagação do fogo. Dessa forma, os aceiros construídos surgem como uma alternativa viável e de grande uso no meio florestal, nas unidades de conservação, nas margens de rodovias além de representarem uma valiosa estratégia em qualquer metodologia de prevenção e combate aos incêndios florestais (RIBEIRO, 2006).

A eficiência de um aceiro depende da composição da vegetação e da estrutura do material combustível existente em seu entorno, principalmente pelas características das espécies dominantes, como altura e aproximação entre as partículas do combustível. Nesse contexto, vários estratos da vegetação devem ser considerados como árvores, arbustos, plantas herbáceas e serrapilheira (RIGOLOT, 2002).

A utilização de aceiros de forma tradicional tem algumas observações quando se relaciona a fragilidade do solo com a topografia e com os recursos financeiros disponíveis. Essas variáveis, consideradas isoladamente ou em diferentes combinações, contribuem para a redução de danos ambientais, para o aumento da eficiência do aceiro e para a maximização dos benefícios a custos mais reduzidos. Os custos são um dos principais elementos a serem considerados no manejo do material combustível, sendo importantes a extensão da área manejada e a metodologia empregada (XANTHOPOULOS, 2002).

As maneiras de se prevenir os incêndios florestais podem ser classificadas em dois grupos: prevenção das fontes de ignição de fogo e prevenção da proliferação do fogo (VELEZ, 2000).

A prevenção de incêndios florestais é um conjunto de medidas adotadas que apresentam como objetivo evitar a ocorrência de incêndios. No caso dos incêndios florestais, são ações necessárias, medidas ou dispositivos que impedem a origem das causas de incêndios evitáveis ou minimizam os seus efeitos e prejuízos (BOTELHO, 1996).

A prevenção dos incêndios florestais é uma das maneiras que possibilita anulação ou redução de fogo. Proporciona uma limitação de seus efeitos caso ele ocorra, sempre buscando medidas de evitar o início ou dificultar a propagação (VELEZ, 2000).

A prevenção é a primeira estratégia de defesa contra os incêndios florestais, uma vez que, não iniciado um incêndio, logicamente não será necessário ser combatido. Porém mesmo adotando sistemas eficientes de prevenção, inevitavelmente ocorrerão incêndios (BATISTA, 2009).

## 2.4. Retardante de Fogo

Retardante de fogo é um produto químico que utilizado, sozinho ou misturado com água, ajuda a reduzir ou eliminar a combustão de um determinado combustível (RIBEIRO *et al.*, 2006).

De acordo com Pardo (2007), os retardantes de longa duração são sais compostos basicamente por polifosfato de amônia, que são diluídos em água para aplicação. Podem ser aplicados diretamente sobre o material combustível para retardar ou impedir a combustão, sendo que sua ação continua mesmo após a evaporação da água. A função do produto é impedir que ocorra a pirólise, transformando-o em uma substância não inflamável. A fixação e durabilidade do produto permanece com precipitações máximas de até 4 mm de chuva. Nessas condições, o produto se manterá com todas as características retardantes por tempo indeterminado.

Retardantes de fogo provocam modificações na flamabilidade de qualquer material combustível, modificando o processo da reação da combustão, quando aplicados ao fogo. Os retardantes interrompem a combustão e conseqüentemente o alastramento do fogo (RIBEIRO *et al.*, 2006).

Retardante de fogo é um agente químico que pode ser utilizado, sozinho ou misturado com água, com o intuito de reduzir ou eliminar a combustão de um determinado combustível, sendo que uma das maiores vantagens do uso desses produtos é o aumento da eficiência do uso da água com um custo relativamente baixo (SANT' ANNA, FIEDLER e MINETTE, 2007).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Região de estudo**

O projeto de avaliação de diferentes concentrações de distintos retardantes de fogo foi realizado no mês de setembro de 2012 nas dependências do Laboratório de Incêndios Florestais e de Conservação da Natureza, do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa, localizado em 20°45'14" S e 42°52'55" O.

Viçosa fica localizada no estado de Minas Gerais na região da Zona da Mata mineira, entre as Serras da Mantiqueira, do Caparaó e da Piedade. O centro da cidade encontra-se a uma altitude de 649 metros. De forma geral o município de Viçosa caracteriza-se por estar no meio de um vale montanhoso e ter relevo predominantemente acidentado. O clima é classificado como tropical de altitude, e sua temperatura média anual é de 18,5°C. Observa-se maior ocorrência de chuvas nos meses de Novembro a Janeiro.

#### **3.2. Procedimento de trabalho**

Para padronização da pesquisa, todas as parcelas foram montadas com capim gordura (*Melinis minutiflora*) seco, na concentração de 1,25kg de material combustível por metro quadrado. Em todas as parcelas a massa de 1,25kg de capim gordura foi uniformemente distribuída sobre a mesa experimental.

A concentração de calda utilizada nesta pesquisa foi de 0,5L por metro quadrado, em diferentes concentrações (0,5%; 1,0% e 1,5%) dos diferentes tipos de retardantes analisados. O teste foi realizado em uma mesa experimental, sem declividade, com parcelas de 0,5 x 2,0m de dimensão (Figura 1).



Figura 1- Mesa experimental do teste de retardante de fogo.

As dosagens foram aplicadas com o auxílio de uma adaptação de bico de bomba costal com garrafa pet (Figura 2), na metade das parcelas (0,5 x 1 m), sendo pulverizados 250ml de calda, de forma mais homogênea possível, com as diferentes concentrações.



Figura 2 - Adaptação feita bico de bomba costal com garrafa pet.

As diferentes concentrações foram misturadas até completar os 250ml de calda (água + produto). Primeiramente foi medido com auxílio de uma pipeta graduada a quantidade de produto determinado em cada concentração, e em seguida foi transferido para uma proveta graduada. Depois disso, era adicionado água até atingir os 250ml de calda na proveta.



A calda então era transferida para garrafa pet, onde ocorria o processo de homogeneização da calda. Após a homogeneização a calda era aplicada.

Foram montadas 39 parcelas, sendo 12 tratamentos com três repetições e uma testemunha com água, com três repetições. Os tratamentos foram representados pela utilização dos diferentes produtos (PHOS-CHEK, SILV-EX, F-500 e LICET) sendo constituídos de três diferentes concentrações (0,5%; 1,0% e 1,5%) cada.

Para determinação da umidade, foi utilizado um gabarito de 1,25kg 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 e determinação do poder calorífico.

Antes de ser dada a ignição em um dos lados da parcela, foi aplicada de forma mais homogênea possível a mistura de retardante de fogo com água no espaço destinado (0,5 x 1m). A linha de fogo era 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 3).

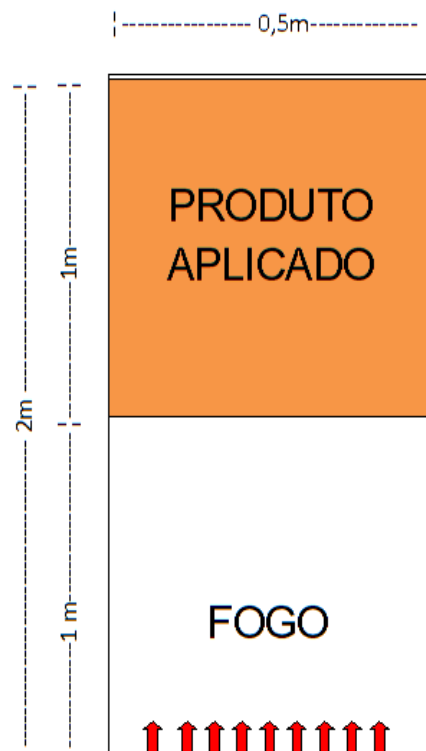


Figura 3 - Modelo de aplicação do fogo e do retardante.

Durante a queima de cada parcela (tratamento/repetição) foram realizadas as seguintes medições: umidade relativa, velocidade do vento, tempo gasto para o fogo queimar a parcela sem o produto, tempo gasto para o fogo queimar a parcela com o produto e a distância que o fogo avançou na 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, dada em kcal/m/s;

H = poder calorífico do material combustível dominante, dado em kcal;

w = carga de material combustível disponível, dado em kg/m<sup>2</sup>;

r = velocidade de propagação do fogo, dada em m/s.

Após o cálculo de intensidade de queima de cada parcela/repetição, procedeu-se a análise estatística através da análise de variância (ANOVA) e o teste t de Tukey a 5% para a comparação de médias.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação dos retardantes se dá sobre a reação da combustão e afeta diretamente o comportamento do fogo, o qual tem no cálculo da intensidade de queima uma das formas mais clássicas para a sua compreensão.

A intensidade da linha de fogo mostrou resultados dentro do esperado uma vez que o que se deseja de um retardante é diminuir a intensidade de queima. De acordo com a tabela 1, pode-se perceber que a menor intensidade de queima foi do produto PHOS-CHEK, sendo que em sua maior concentração apresentou o menor valor de intensidade de queima em comparação ao restante dos tratamentos (produto/ concentração).

Tabela 1: Intensidade média de queima dos retardantes de fogo ( $\text{Kcal}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
PHOS-CHEK 1,5%	36,5245	a
SILV-EX 1,0%	44,8188	a b
SILV-EX 1,5%	44,8248	a b
F-500 1,5%	47,1142	a b
PHOS-CHEK 1,0%	48,2281	a b
F-500 1,0%	48,3877	a b
LICET 1,5%	56,2878	a b c
PHOS-CHEK 0,50%	61,0858	b c d
SILV-EX 0,50%	73,2443	c d
LICET 1,0%	73,6646	c d
F-500 0,50%	76,4625	c d
Test. c/ água	77,5139	d
LICET 0,50%	78,2663	d

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, entre tratamentos dentro das diferentes concentrações, pelo Teste de Tukey a 5%.

O LICET não apresentou eficiência quanto ao uso na concentração de 0,50%.

Os produtos SILV-EX e F-500 não apresentaram diferenças entre as intensidades de queima nas concentrações de 1,00% e 1,50%, enquanto os produtos PHOS-CHEK e LICET diminuíram as intensidades de queima a cada aumento de concentração (Figura 4).

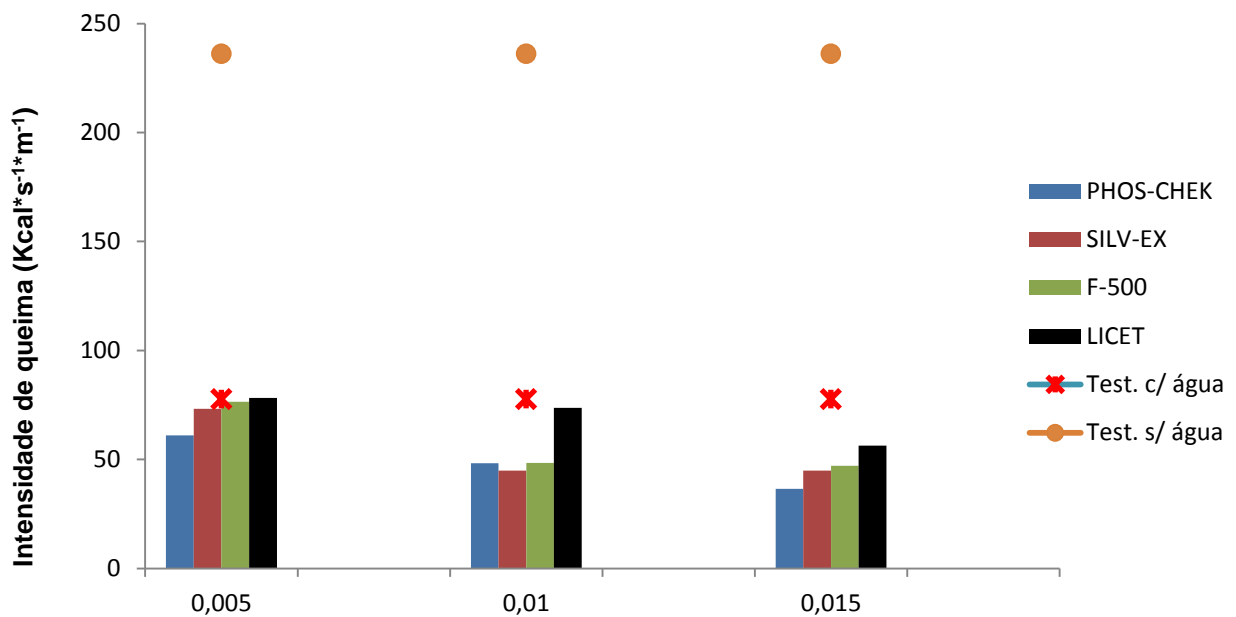


Figura 4 - Variação na intensidade do fogo (Kcal\*s<sup>-1</sup>\*m<sup>-1</sup>).

O tempo de queima foi determinado pelo período de tempo gasto para o fogo avançar por 1 m. Na Tabela 2 estão dispostos os tempos médios em segundos que cada tratamento gastou para percorrer a distância de 1 m.

Tabela 2: Tempo gasto por metro percorrido na parcela com retardante (s).

PRODUTO	Tempo de queima (s)		
	Concentrações		
	0,50%	1,00%	1,50%
PHOS-CHEK	360,00	457,33	615,67
SILV-EX	306,67	504,00	505,33
F-500	289,00	465,33	466,67
LICET	281,33	300,00	394,00
TESTEMUNHA COM ÁGUA	283,66		

De acordo com a Tabela 2 o tempo de queima da testemunha com água foi de 283,66 s/m, enquanto o PHOS-CHEK na concentração de 1,5% foi de 615,67s a cada metro. O PHOS-CHEK a uma concentração de 1,50% obteve um tempo gasto de queima 2,17 vezes maior do que a testemunha com água.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos e nas condições que foi trabalhado, pode-se concluir que:

- O LICET na concentração de 0,50% não apresentou eficiência quanto à intensidade de queima sobre a testemunha apenas com água, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

- A eficiência dos retardantes foi comprovada em todos os casos, sendo que a melhor eficiência foi evidenciada no PHOS-CHEK com concentração de 1,50%.

- A menor intensidade de queima foi de  $36,5245 \text{Kcal} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  observada no PHOS-CHEK na concentração de 1,5%, apresentando um valor 2,12 vezes menor do que a intensidade de queima da testemunha.

- A melhor concentração foi de 1,5% para os produtos PHOS-CHEK, F-500, LICETe de 1,0% para o SILV-EX, reduzindo a taxa de inflamabilidade e aumentando o tempo de queima por metro percorrido.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, Antonio Carlos. O uso dos retardantes no combate aéreo aos incêndios florestais. **Revista Floresta**,Paraná,v.39, 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.

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

FILHO, C. M. *et al.* Eficiência de um retardante de fogo de longa duração utilizado em incêndios florestais.**Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 365-371, abr.-jun., 2012.

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

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.

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 elliotii* no município de Rio Negro - PR**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

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.

RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, A. L. S.; CAMARGOS, V. L.; MAGALHAES, M. U. . Eficiência de um retardante de longa duração na redução da propagação do fogo. **Revista Árvore**, v. 30, p. 1025-1031, 2006.

RIGOLOT, E. Fuel-break assessment with an expert appraisal approach. In: VIEGAS, D. X. **Forest Fire Research & Wildland fire Safety**. Luso, Coimbra: 2002. p. 72.

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

SANTOS, J. F. Estatísticas de incêndios florestais em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. 76 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

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

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

VELEZ, R. M. Uso del fogo en silvicultura. Paris, **Actas del 10 Congreso Forestal Mundial**, Vol 2: 461-470.

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

XANTHOPOULOS, G. Shrub removal cost estimation for fire hazard reduction in Mediterranean Forest condition. In: VIEGAS, D.X. **Forest Fire Research & Wildland fire Safety**. Luso, Coimbra, Portugal, novembro de 2002. p. 33.