



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA**



**CENTRO DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA**

# **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

## **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE CINCO  
ESPÉCIES DE *EUCALYPTUS* E TRÊS DE *PINUS*  
CULTIVADAS NO BRASIL**

**JOAQUIM PEREIRA RODRIGUES**

Biblioteca UFCEG  
SMBC\_CDSA  
CAMPUS DE SUMÉ  
Reg. 12445/13

**CAMPINA GRANDE  
PARAÍBA**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE - PARAÍBA



**DISSERTAÇÃO**  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO E  
PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

Dis  
631(043.3)  
R696  
ex:01

**EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE CINCO ESPÉCIES  
DE *EUCALYPTUS* E TRÊS DE *PINUS* CULTIVADAS NO BRASIL**

**Joaquim Pereira Rodrigues**

UFCG - BIBLIOTECA

UFCG / BIBLIOTECA  
DOAÇÃO

Campina Grande - Paraíba  
Julho - 2003

UFCG - BIBLIOTECA - CAMPOS DE SUMÉ	
ex: 01	
12545/13	31/05/13
Deuzeniz	

RECEBIMENTO

#### FICHA CATALOGRÁFICA

R 696e

RODRIGUES, Joaquim Pereira

2003

Efeito do fogo sobre a germinação de cinco espécies de *Eucalyptus* e três de *Pinus* cultivadas no Brasil/ Joaquim Pereira Rodrigues.--- Campina Grande: UFCG, 2003.57p.:il.

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado). CCT/DEAg

1- Sementes

2- Tratamento térmico

3- Incêndio florestal

CDU 631.53.027

**JOAQUIM PEREIRA RODRIGUES**

**EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE CINCO ESPÉCIES  
DE *EUCALYPTUS* E TRÊS DE *PINUS* CULTIVADAS NO BRASIL**

*Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em  
Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às  
exigências para obtenção do Grau de Mestre.*

**Área de concentração: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas**

**Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida (UFCG/CCT/DEAg)**

**Campina Grande – Paraíba  
Julho – 2003**



**JOAQUIM PEREIRA RODRIGUES**

**EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE CINCO ESPÉCIES  
DE *EUCALYPTUS* E TRÊS DE *PINUS* CULTIVADAS NO BRASIL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**Campina Grande - Paraíba  
Julho - 2003**



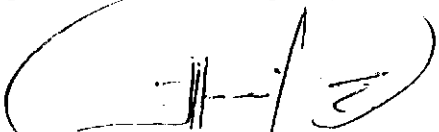
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

JOAQUIM PEREIRA RODRIGUES

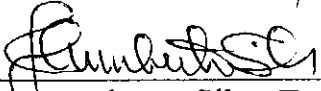
EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE CINCO ESPÉCIES  
DE *EUCALYPTUS* E TRÊS DE *PINUS* CULTIVADAS NO BRASIL

BANCA EXAMINADORA

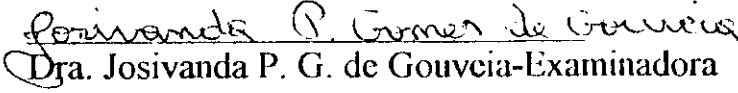
PARECER

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Francisco de Assis C. Almeida-Orientador  
DEAg/CCT/UFCG

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Humberto Silva-Examinador  
CCBS/UEPB

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Josivanda P. G. de Gouveia-Examinadora  
DEAg/CCT/UFCG

APROVADO

*A Deus,  
Aos meus pais, Joaquim Rodrigues dos Santos e  
Terezinha Pereira Lima,  
Dedico este trabalho.*

## *AGRADECIMENTOS*

À Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de realizar este trabalho, bem como a Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de estudo.

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida cujos comentários, explicações e correções foram essenciais para que este tomasse forma e sentido e a minha querida Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia.

Todos os professores do Mestrado em Armazenamento, como também, aos funcionários e alunos que fazem parte do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

A minha querida amiga secretária do DEAg/UFCG, Rivanilda Diniz Sobreiro de Almeida, que sempre me deu muita luz.

Aos meus amigos Silvana, Nilene, Acácio, Maria, Elvira, Ednalva, Bartolomeu, Nubênia, Sheila, entre outros.

A minha querida amiga Carmem Sheila Araújo, psicóloga, pelo incentivo científico.

Ao meu amigo Mario Brito do Nascimento do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão Embrapa/Cnpa- Campina Grande, PB, pela colaboração.



## SUMÁRIO

LISTAS DE TABELAS .....	viii
LISTAS DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Incêndio florestal .....	6
2.1.1. Tipos de incêndios .....	7
2.1.1.1. Incêndios de superfície .....	7
2.1.1.2. Incêndios de copas .....	8
2.1.1.3. Incêndios subterrâneos .....	8
2.2. Descrição geral do <i>Eucalyptus</i> .....	8
2.3. Descrição geral de <i>Pinus</i> .....	9
2.4. Considerações ecológicas .....	10
2.5. Efeito da temperatura na germinação .....	11
2.6. Germinação .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
3.1. Efeito da temperatura na germinação .....	17
3.2. Efeito da temperatura e das cinzas na germinação .....	17
3.3. Teste padrão de germinação .....	18
3.4. Obtenção do nível de umidade inicial .....	19
3.5. Análise estatística dos dados .....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
4.1. Efeito da temperatura e do tempo sobre a germinação das sementes de <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> .....	22
4.2. Efeito da temperatura, do tempo e das cinzas sobre a germinação das sementes de <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> .....	32
4.2.1. Germinação dos <i>Eucalyptus</i> .....	33
4.2.2. Germinação dos <i>Pinus</i> .....	34
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>41</b>
<b>6. SUGESTÕES .....</b>	<b>44</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabelas</b>	<b>Pág</b>
1. Espécies de <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> estudadas	16
2. Quadrado médio da análise de variância para a germinação das sementes de <i>Pinus</i>	22
3. Quadrado médio da análise de variância na regressão para a germinação das sementes de <i>Eucalyptus</i>	23
4. Quadrado médio da análise de variância na regressão para a germinação das sementes de <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i>	32
5. Resumo do cálculo de umidade inicial das sementes	52
6. Germinação (%) do <i>Eucalyptus brassiana</i> para interação Temperatura x Solução de cinzas e Temperatura x tempo	52
7. Germinação (%) do <i>Eucalyptus citriodora</i> para interação Concentrações de cinzas x tempo	52
8. Germinação (%) do <i>Eucalyptus grandis</i> para interação Temperatura x Solução de cinzas e Temperatura x tempo	53
9. Germinação (%) do <i>Eucalyptus saligna</i> para interação Temperatura x Solução de cinzas e Temperatura x tempo	53
10. Germinação (%) do <i>Eucalyptus urophylla</i> para interação Temperatura x Solução de cinzas e Temperatura x tempo	53
11. Germinação (%) do <i>Pinus caribaea</i> para interação Temperatura x Solução de cinzas e Temperatura x tempo	54
12. Germinação (%) do <i>Pinus elliotti</i> para interação Temperatura x Solução de cinzas e Temperatura x tempo	54
13. Germinação (%) do <i>Pinus taeda</i> para interação Temperatura x Solução de cinzas e Temperatura x tempo	54
14. Relação dos coeficientes de variação (%CV) resultante das análises de regressão para as espécies de <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i>	55
15. Germinação (%) das sementes das espécies de <i>Eucalyptus</i> para interação Temperatura x Espécie e Temperatura x tempo	56
16. Germinação (%) das sementes das espécies de <i>Pinus</i> para interação Temperatura x Espécie e Temperatura x tempo	56
17. Quadrado médio da análise de variância para germinação das sementes de <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i>	57

## LISTA DE FIGURAS

Figuras	Pág
1. Preparo da sementeira: A- recipientes com quatro amostras, B- placa de Petri com dois substrato, C- porção de cinzas, D- recipientes com soluções de cinzas	19
2. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de <i>Eucalyptus brassiana</i> , submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura	25
3. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de <i>Eucalyptus saligna</i> , submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura	26
4. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de <i>Eucalyptus urophylla</i> , submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura	26
5. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de <i>Eucalyptus citriodora</i> submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura	27
6. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura	27
7. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de <i>Pinus caribaea</i> , submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura	28
8. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de <i>Pinus elliotti</i> , submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura	29
9. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de <i>Pinus taeda</i> , submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura	29
10. Germinação (%) do <i>Eucalyptus brassiana</i> em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45g.L <sup>-1</sup> ) e três tempos de exposição	35
11. Germinação (%) do <i>Eucalyptus citriodora</i> em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45g.L <sup>-1</sup> ) e três tempos de exposição	36
12. Germinação (%) do <i>Eucalyptus grandis</i> em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45g.L <sup>-1</sup> ) e três tempos de exposição	36
13. Germinação (%) do <i>Eucalyptus saligna</i> em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45g.L <sup>-1</sup> ) e três tempos de exposição	37
14. Germinação (%) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45g.L <sup>-1</sup> ) e três tempos de exposição	37
15. Germinação (%) do <i>Pinus caribaea</i> em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45g.L <sup>-1</sup> ) e três tempos de exposição	38
16. Germinação (%) do <i>Pinus elliotti</i> em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45g.L <sup>-1</sup> ) e três tempos de exposição	38
17. Germinação (%) do <i>Pinus taeda</i> em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas(● 15, ■ 30 e ▲ 45g.L <sup>-1</sup> ) e três tempos de exposição	39

## RESUMO

RODRIGUES, J.P. **Efeito do fogo sobre germinação de cinco espécies de *Eucalyptus* e três de *Pinus* cultivadas no Brasil**, orientado pelo Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida

As espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* brasileiros apresentam um alto nível de resistência aos incêndios florestais, sendo consideradas, por alguns, como plantas pirófitas ativas. E, por isto se pergunta: O comportamento das sementes dessas espécies evoluíram exclusivamente em relação às perturbações produzidas pelo fogo ou, pelo contrário, outras causas influenciaram nesse processo e ainda se essas espécies desenvolveram respostas adaptativas similares? Para responder estas perguntas, sementes de cinco espécies de *Eucalyptus* e três de *Pinus* foram submetidas a diferentes intensidades térmicas e tempo de exposição, para simular resposta aos diferentes regimes de fogo, avaliando os efeitos provocados pelas elevadas temperaturas a que foram submetidas às sementes, assim como o efeito das cinzas, tido como elemento mais notável do micro-ambiente em que há de se desenvolver posteriormente os propágulos. O material vegetal empregado foi produzido e adquirido pelo IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) em Piracicaba, SP. Para avaliar a resposta das sementes ao efeito das temperaturas, fez-se uso do delineamento estatístico inteiramente casualizado com arranjo fatorial. Na ausência de tratamentos térmicos, as sementes de *Eucalyptus* e *Pinus* registraram altas taxas de germinação e forte redução já a partir de temperaturas igual ou superiores a 70 °C sugerindo que realmente não são plantas pirófitas ativas. Os valores da germinação obtidos com os tratamentos de temperatura igual a 50 °C diferiram estatisticamente da testemunha. No entanto, a redução da germinação, em termos médios, foi de 5% (87 para 92% da testemunha), sendo muito similares para todas as espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* estudadas. Quando os valores da temperatura são iguais ou superiores a 110 °C se observa uma importante redução da germinação das sementes em todos os tratamentos. A avaliação simultânea do calor e das cinzas mostrou a existência de interação entre ambos os fatores, com inibição total da germinação em alguns tratamentos.

Palavras chave: intensidade térmica, solução de cinzas, incêndio florestal



## ABSTRACT

RODRIGUES, J.P. **Effect of fire on germination of five species of *Eucalyptus* and three of *Pinus* cultivated in Brazil**, guided by Dr. Francisco Assis Cardoso Almeida.

The Brazilian species of *Eucalyptus* and *Pinus* present a high resistance level to the forest fires, being considered, for some, as plants active pyrofits. And, for this reason it wonders: Did the behavior of the seeds of those species develop exclusively in relationship the disturbances produced by the fire or for the thwart, do other causes influence in that process and if, those species developed answers similar adapted? To answer these questions, seeds of five species of *Eucalyptuses* and three of *Pinus* were submitted at different thermal intensities and time of exhibition, for similar answer to the different fire regimes, evaluating the effects provoked by high temperatures were submitted the one, as well as the effect of the ashes, had as the element more notable of the environment in that must grow the plants later. The material employed vegetable was produced and acquired by IPEF (Researches and Forest Studies Institute) in Piracicaba; SP. To evaluate the answer of the seeds to the effect of the temperatures, it was made use of the statistical lineation entirely casualty with factorial arrangement. In the absence of thermal treatments, the of *Eucalyptus* and *Pinus* seeds already registered discharges germination rates and strong reduction starting from temperatures equal or superior to 70 °C suggesting that are not really plants active pyrofits. The values of the germination obtained with the temperature treatments same to 50 °C they differed statisticiality of control, however the reduction of the germination, in medium terms, was of 5% (87 for 92% of control), being very similar for all the species of *Eucalyptus* and *Pinus* seeds studied. When the values of the temperature are same or superior to 110 °C an important reduction of the germination of the seeds of all the treatments it is observed. The simultaneous evaluation of the heat and of the ashes, it showed the interaction existence between both the factors, with total inhibition of the germination in some treatments.

Key words: thermal intensities, solutions of ashes, forest fires.

# *Introdução*

UFCCG - BIBLIOTECA

## 1. INTRODUÇÃO

O patrimônio florestal brasileiro é constituído por aproximadamente 565 milhões de hectares, equivalente a 3,76 ha hab<sup>-1</sup>. A floresta Amazônica cobre cerca de 284 milhões de ha, constituindo 1/3 das reservas mundiais de florestas tropicais. A vegetação dos cerrados ocupa cerca de 160 milhões de ha e tem sido devastada, principalmente, para a expansão da fronteira agrícola. O reflorestamento, com espécies de rápido crescimento, cobre 4,6 milhões de ha, aproximadamente (Ferreira e Galvão, 2000). Leite (2002) afirma que a atividade florestal brasileira representa 4% do PIB e foi responsável pelo recolhimento de US\$ 2 bilhões de impostos em 2002.

Apesar da importância desse patrimônio, os incêndios florestais têm destruído, anualmente grandes extensões territoriais no Brasil de cobertura florestal (Lima, 2000). Sendo praticamente sua totalidade de florestas nativas e reflorestadas causado por imprudências, descuidos ou negligências humanas (Tamburi, 2000). O fato se torna cada dia mais preocupante e agravante, seja pela dimensão preventiva ou pelo combate que ainda é carente de recursos mais eficientes (Lima, 2000). Para Soares (2000) as florestas homogêneas plantadas são potencialmente mais susceptíveis aos incêndios contra o fogo desde a implantação dos povoamentos.

Assim mesmo, o Brasil situa-se entre os três maiores formadores mundiais de papel para impressão. É o segundo maior exportador de celulose de fibra curta e o primeiro no caso de fibras produzidas a partir do *Eucalyptus*, detendo 45% das vendas desse produto (González et al., 2002). Os mesmos autores, tratando da importância do eucalipto na produção de celulose e papel, afirmam que o mesmo representa 69% da área reflorestada no Brasil, cerca de 1,5 milhões de hectares, colocando-o como a principal matéria-prima das indústrias do setor.

Segundo Carpanezzi (2000) as florestas trazem benefícios diretos ao homem como: madeira, resinas, óleos essenciais (caso das folhas do *Eucalyptus citriodora* ou dos troncos de pau-rosa), plantas medicinais, frutos e mel; e indiretos contribuindo para a conservação do solo, o controle dos ventos, a qualidade de vida humana nas cidades, a redução do risco de enchentes e poluição do ar e da água, a polinização nos pomares, o controle biológico de pragas e a manutenção de rios piscosos, entre outros.

Em análise a estes fatos, verifica-se a importância da preservação desse patrimônio que em consequência dos incêndios florestais são queimados aproximadamente 30000 km<sup>2</sup> de florestas e bosques anualmente, só na Amazônia. Isto é, quase duas vezes a área desmatada anualmente (Dias et al., 2002). Dentre as espécies queimadas, os povoamentos de *Pinus* e *Eucalyptus* tem exibido um bom grau de resistência ao fogo (Trabaud, 1994; Naveh, 1994). Por esta razão, estas espécies têm sido tradicionalmente consideradas como pirófitas ativas (Thanos et al., 1996) devido, provavelmente, aos povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* serem particularmente propensos a fogos periódicos.

Desta forma e por consciência de que a recuperação dos ecossistemas degradados requerer que sejam aplicadas técnicas adequadas para cada local, como espécies particularmente e práticas de implantação, manutenção e manejo, e, que a maioria das entidades ambientais, públicas ou particulares do Brasil, não está informada ou estruturada para esta finalidade (Carpanezzi, 2000). Além disso, esta é uma preocupação que vem sendo estudada e apoiada por países preocupados com a preservação e a recuperação dos seus ecossistemas. A exemplo, a Espanha tem investigado a resposta do fogo de diversas espécies arbustivas mediterrâneas como *Rosmarinus officinallis*, e diferentes espécies das famílias Crístáceas e Ericáceas (Rabanal e Casal, 1995) como também, numerosas plantas anuais (Neemán et al., 1993), incluso a resposta de diversos macromicetos típicos de pinares de *Pinus pinaster* (Fernández e Rodriguez, 1992). Igualmente, existe trabalho onde se tem estudado a resposta do fogo sobre a germinação de algumas pináceas ibéricas, como são os *Pinus silvestris*, *Pinus nigra* (Hernando, 1997), *P. pinea*, *P. pinaster*, *P. halepensis*, *P. canaviensis*, *P. uncinata* (Garcia, 1998) devido o seu crescimento ser em zonas onde a incidência do fogo é mais elevada.

Como referenciado anteriormente, os povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* possuem alto grau de resistência ao fogo, fato atribuído à alta probabilidade de uma pronta recuperação depois de sofrer um incêndio. Acreditava-se que depois de um incêndio seria necessário um incremento de germinação das sementes de suas árvores, que segundo Thanos et al. (1989) não parece ser desta forma, ou seja, as sementes de alguns *Pinus* parece apresentarem problemas de germinação depois de um fogo de elevada intensidade; questionando-se sua inclusão no grupo das pirofitas ativas.

Em busca de estratégias de atuação mais adequadas para recuperar a cobertura arbórea dessas áreas, realizou-se este trabalho visando estudar o comportamento germinativo, após uma queimada, de cinco espécies de *Eucalyptus* e três de *Pinus*, cultivados no Brasil depois



de serem submetidas a diferentes intensidades térmicas, onde as sementes destas espécies foram submetidas a um amplo intervalo de temperatura que inclui boa parte do intervalo de intensidades que podem sofrer em condições de campo, como específicos:

✓ Resposta da germinação das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus*, submetidas a seis temperaturas (50, 70, 90, 110, 130 e 150 °C) e três tempos (2, 4 e 6 min) de permanência a estas temperaturas.

✓ Estudar o efeito das cinzas sobre a germinação viabilidade das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus*, submetidas a três temperaturas (25\*, 70, 90 e 130 °C) e três tempos (2, 4 e 6 min) de permanência a estas temperaturas, com adição de três concentrações de cinzas (15, 30 e 45 g L<sup>-1</sup>).

# *REVISÃO BIBLIOGRÁFICA*

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Incêndio florestal

Os índices de incêndios florestais são indispensáveis para os trabalhos de previsão e, quando bem ajustados, apresentam elevada correlação com ocorrência de incêndios (Sampaio e Soares, 2000). O fogo por ser um elemento natural de importância para a formação e preservação de vários ecossistemas terrestre, quando ocorrem em anos modificados pela ação antrópica, podem causar sérios problemas ecológicos e materiais. Logo, o manejo do material combustível aparece como um fator importantíssimo na preservação de grandes incêndios.

Para Hernando (1997) o fogo é tido como um fenômeno de oxidação originado pela presença do ar. Portanto, é preciso um composto rico em energia e uma fonte de oxigênio capaz de liberar essa energia ao fracionar-se a molécula. Nos incêndios florestais a celulose, a lignina e outras substâncias componentes dos vegetais são o combustível e o ar a fonte de oxigênio (Garcia, 1998). Assim, o termo incêndio florestal, aplica-se ao fogo que afeta as plantas e se propaga livre e abertamente através da floresta.

A incidência do fogo coloca as plantas em posições extremas e lhes origina traumas tão profundos que somente sobrevivem a ele os indivíduos que apresentam mecanismos adaptados a este, os quais o impedem a sua morte, mas isto se dá unicamente para os incêndios de baixa intensidade e que avançam rapidamente (Vázquez e Moreno, 1993).

Para Christensen (1985) os efeitos que os incêndios produzem na cobertura vegetal são importante por contribuírem na seleção da forma e dos mecanismos envolvidos no desenvolvimento das plantas.

Garcia (1998) informa ser possível a recuperação de uma espécie vegetal, depois da morte de seus indivíduos adultos, graças ao banco de sementes que se forma no vôo (banco aéreo) ou no solo e que o banco aéreo é comum em coníferas (*Pinus e Cupressus*) e outras espécies (*Eucalyptus*). Os primeiros possuem cones cerrados termo deiscentes, denominados serótinas, que necessitam de calor para a disseminação. Os bancos de sementes edáficos são mais freqüentes em matas com sementes pequenas (*Ericaceae, Cistaceae e Leguminosae*) que os acumularam anualmente no solo. A germinação nos períodos entre incêndios destas sementes é muito baixa devido à impermeabilidade do seu tegumento. Desta forma, o fogo provoca um tratamento térmico sobre o seu tegumento, rompendo-o, fazendo perder a

impermeabilidade e possibilitando uma germinação massiva depois do incêndio. As espécies que possuem bancos de sementes, sobretudo quando são aéreas suportam e até necessitam de intensidade de fogo alta, mas o período de ocorrência não deve ser inferior ao tempo necessário para recuperar o banco de sementes (10 a 20 anos).

Delmy (1996) referindo-se ao tema, afirma de uma boa percentagem das sementes que formam os bancos de semente se encontram enterradas e numa profundidade de 15 cm. Wells (1969) observou as espécies que se reproduzem exclusivamente por sementes que as mesmas possuíam fortes mecanismos de dormência e produziam maior quantidades de sementes; mesmos assim apontou que esta estratégia era resultado de combinação genética, devido a um maior grau de evolução promovido por intensa seleção ocasionada por intervalo curto dos incêndios.

No Brasil, 300 mil queimadas ocorrem por ano e 85% delas são na Amazônia legal (Acre, Rondônia, Roraima, Amazonas, Amapá, Pará, parte do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins) em que 90% ocorrem nas áreas desmatadas (Embrapa, 2000).

### **2.1.1. Tipos de incêndios**

A classificação dos incêndios florestais é feita, tomando-se por base o desenvolvimento do fogo na floresta, se em baixo, no meio, ou em seu extrato superior. Garcia e Garcia (1987) classificam os incêndios em superfície de copas e incêndios subterrâneos ou de húmus.

#### **2.1.1.1. Incêndios de superfície**

Caracteriza-se pela queima do material da superfície ainda não decomposto e do sub-bosque. Ocorrem, com frequência, em maciços florestais de todas as espécies, quer sejam homogêneas ou heterogêneas. Queimam grandes extensões, se não forem combatidos, e não causam grandes prejuízos, quando queimam em florestas de árvores resistentes ao fogo. Afeta fundamentalmente a vegetação herbácea e o material pouco lenhoso que seca com mais facilidade, oferecendo, assim, maior superfície de contato com o ar, facilidade de queima e propagação do fogo.



### 2.1.1.2. Incêndios de copas

O incêndio de superfície pode desenvolver-se e atingir a vegetação mais alta e a copa das árvores, passando a denominar-se incêndio de copa. Destroem as copas das árvores ou arbustos em ação conjunta ou independente dos incêndios de superfície. Movem-se rapidamente, espalhando-se por toda a floresta, em todas as direções. São de difícil controle do ponto de vista térmico.

### 2.1.1.3. Incêndios subterrâneos

São os que queimam a camada de húmus e turfa, nas superfícies florestais onde se encontra acumulada, em muitos tipos de florestas, sobre o solo mineral. É caracterizado por uma queima na ausência de oxigênio, latente, sem chamas e pouca ou nenhuma fumaça. Geralmente tem início a partir de fogo de superfície ou de incêndios de raízes não apagadas.

## 2.2. Descrição Geral do *Eucalyptus*

De acordo com Branco (1994) o *Eucalyptus* é plantado, atualmente, em quase todo o mundo, por ser uma planta que possui espécies diversificadas em condições de clima e solo. São da família Myrtaceae, categoria florestal. Considerado uma cultura recuperadora de solo. Por ter raízes profundas, ele busca, nas camadas inferiores do solo, nutrientes minerais que já estão fora do alcance de raízes superficiais. Por esse motivo, o eucalipto pode controlar a erosão do solo e também ocupar áreas que são impróprias para a agricultura. Além disso, serve de matéria-prima para diversas finalidades como marcenaria, apicultura, papel e celulose etc., sendo recomendado para:

- 1 - Papel e celulose (*Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*)
- 2 - Mourão de cerca (*E. citriodora*, *E. robusta*, *E. globulus*)
- 3 - Pontaletes para construção (*E. citriodora*, *E. robusta*, *E. globulus*)
- 4 - Energético - lenha, carvão (*E. grandis*, *E. urophylla*, *E. torilliana*)
- 5 - Postes (*E. citriodora*, *E. robusta*, *E. grandis*)

Segundo Nakagawa et al. (2001) os *Eucalyptus* são espécies arbóreas de rápido crescimento, bastante cultivada em reflorestamento principalmente em função de características favoráveis para produção de papel e celulose, entre outros usos. Face a isso, a demanda de sementes de boa qualidade fisiológica de materiais melhorados tem sido

crescente.

A indústria baseada na utilização de recursos florestais é igualmente expressiva, sendo o Brasil o sétimo maior produtor de celulose do mundo e o 11º colocado entre os países fabricantes de papel (Valverde, 2000).

Quanto à diversificação das espécies de eucalipto, existem *Eucaliptos* que se adaptam muito bem a regiões de temperaturas de 35 °C e outros que suportam um frio de até 18 °C abaixo de zero.

Embora se diga que o eucalipto prospera nos mais variados climas e solos, como toda plantação, ele necessita de certos cuidados para sua boa produção e desenvolvimento.

Segundo Leonhardt et al. (1993) praticamente todas as espécies de *Eucalyptus* cultivadas no Brasil produzem sementes com relativa abundância a partir dos 5 a 7 anos de idade. Seus frutos (cápsulas), são deiscente, possuindo sementes muitos pequenos, normalmente colhidos no segundo semestre, sendo armazenadas em câmara seca e acondicionadas em sacos de pano, caixas de madeira ou tambores de fibra, mantendo sua viabilidade por períodos de 10 anos ou mais, dependendo de cada espécie.

Atualmente o setor florestal brasileiro mantém cerca de 4,8 milhões de ha de florestas de rápido crescimento, distribuídas em todo território nacionais. Deste total, cerca de 3 milhões de ha correspondem a plantações de *Eucalyptus* e 1,8 milhões de ha a plantações de *Pinus* (SBS, 2001).

### **2.3. Descrição Geral do *Pinus***

Os três *Pinus*, em estudo, conhecidos como pinheiro, estão entre as principais espécies florestais, onde as árvores crescem a uma altura de 30 a 46 m e um caule com diâmetro de 75 a 160 cm, sendo da família das *Pinaceae*, descendentes dos Estados Unidos e amplamente introduzidas como espécies de plantações ao redor do mundo. São resistentes ao fogo moderado de acordo com a densidade das arvores, sendo também usados para construção pesada, carpintaria, pavimento, utilidades, linha férrea, barcos, barris, polpa e celulose.

Depois de passar por sucessivos desbastes, o *Pinus* plantado no Sul do Brasil, vem sendo cortado com 20 a 25 anos e sua madeira é utilizada principalmente para produção de móveis, papel e celulose (SBS, 2001).

Leonhardt et al. (1993) relatam que as espécies de *Pinus* produzem frutos denominados cones, alguns de natureza deiscente, que devem ser colhidos maduros, antes da liberação natural das sementes aladas. As espécies cultivadas no Sul do Brasil iniciam a

produção de sementes por volta dos 8 a 16 anos de idade, colhendo-as de fevereiro a março, sendo armazenadas em câmara fria e acondicionadas em sacos plásticos ou tambores de fibra por 5 anos ou mais.

#### 2.4. Considerações ecológicas

As plantas, em sua evolução, tem se adaptado as modificações que incidem com maior ou menor freqüência ao meio onde se encontram. Quando este meio se encontra submetido periodicamente a diferentes mudanças, as plantas buscam uma maneira de poder reproduzir-se e multiplicar-se no tempo e no espaço (Keeley, 1991). Quando os incêndios afetam uma mesma região a intervalos regulares de grande ação, as plantas se adaptam de forma que, basicamente se reproduzem por sementes (Keeley e Zedler, 1978), como ocorre com a maioria dos *Eucalyptus* e *Pinus*. Porém, se o intervalo de retorno é menor que 15 anos, as plantas que habitam essa região se reproduzem principalmente por rebrotes (Christensen, 1985). Ao mesmo tempo, as plantas podem alcançar diferentes níveis de adaptação quanto a sua regeneração, em maior ou menor grau, segundo a forma de propagação do fogo; de maneira que existe plantas que são indiferentes a este fato (adaptação passiva), isto é, consiste em dificultar o início do incêndio, como ocorre com o *Quercus suber* que possuem casca grossa, do *Tamanix sp* de elevada concentração de sais, da *Nerium oleander L.* de inflamabilidade baixa; outras plantas que possuem rizomas e tubérculos cuja brotação é favorecida pela ação do fogo. Existe um grupo de plantas denominadas de pirófitas ativas (Trabaud, 1980) em que o fogo ajuda na disposição e propagação, onde se encontram os *Cistus ladanifu*, alguns *Pinus* (*Pinus pinea*) e *Eucalyptus*. Em muitos casos, o efeito que origina o fogo sobre alguns pinos promove a abertura das pinhas desprezando as sementes. Tradicionalmente os *Pinus* tem sido considerado plantas adaptadas ao fogo, porém o comportamento não se registra a todos eles (Barbero et al., 1987). Para os *Pinus halepensis* e *P. pinaster* da Península Ibérica tidos como tipos de plantas pirofitas devido a sua boa regeneração depois de um incêndio (Trabaud e Oustric, 1989) foi posteriormente comprovado que sua germinação não era estimulada pelas temperaturas elevadas provocadas pelo fogo, contrariando a teoria anterior (Martinez-Sánchez et al., 1995). Além disso, muitas dessas plantas que tradicionalmente foram consideradas pirofitas necessitam de luz para germinar e não somente da ação do fogo, sendo assim consideradas de heliófitas pioneiras. Neste sentido cabe referenciar que o *P. pinaster* apresenta algumas dificuldades para se restabelecer depois de grandes incêndios (Castro et al., 1990).

A temperatura estimula a germinação de muitas espécies de plantas, assim, como as de muitos *Pinus* e *Eucalyptus*. Desta forma, o fogo tem sido considerado como a forma mais extrema de estimular a germinação mediante temperaturas elevadas em espécies de sementes de tegumento duro (Brits et al., 1993). Outros casos são as alterações no meio edáfico (Baskin e Baskin, 1989) e como explicaram Malo e Suárez (1996) a escarificação química.

### 2.5. Efeito da temperatura sobre a germinação

Garcia (1998) estudou a probabilidade de germinação dos representantes espanhóis do gênero *pinos* depois de submeter suas sementes a vários choques térmicos e pôde concluir que os *Pinus* estudados mostraram ligeiras diferenças no seu comportamento de germinação depois de choques térmicos. A germinação de *P. uncinata* foi muito mais sensível aos tratamentos térmicos, sendo indiferente ao tempo de exposição ao calor. Temperaturas próximas aos 70 °C podem causar a morte das sementes. Comportamento similar apresentou o *P. sylvestris* e o *P. nigra*. O tegumento da semente conferiu numa proteção ao embrião num intervalo de temperaturas muito estreito. Temperaturas de 50° e 70°C conduzem a morte das sementes depois de um tempo de 10 a 15 min.

O mesmo autor observou para a espécie de *P. canariensis* que estratégias de regeneração é diferente dos outros *Pinus* estudados. No entanto, a maioria dos *Pinus* se regenera somente por sementes e que as plantas adultas morrem por ação do fogo. O *Pinus canario* é capaz de regenerar-se depois dos incêndios florestais tanto por sementes como por rebrotes. O comportamento das sementes segue as características dos *Pinus* (*P. pinea*, *P. halepensis*, etc.) antes mencionados. As sementes maduras germinam sem restrição em condições de controle (testemunha) e com as temperaturas mais baixas não tendo importância no tempo de exposição. Porém, as temperaturas mais altas provocam a morte.

Em corroboração ao tema, Hernando (1997) verificou os *Pinus* como comunidades secundárias, isto é, que a pesar de ter uma origem natural, sua perpetuação e manutenção ao longo do tempo tem sido favorecido pelo homem; desta forma, o *Pinus* em muitas ocasiões somente pode ser considerado como uma etapa subseival em que a evolução até bosques de frondosas se estabilizem como tal a consequência de atuação mais ou menos ordenado do homem. Com repetição no efeito da temperatura sobre a germinação o mesmo autor, observou os valores da germinação obtidos em tratamentos de temperaturas menores ou iguais a 70 °C para os *Pinus sylvestris* e *Pinus nigra*, não apresentarem diferenças significativas com a testemunha, superando em todos os casos a 90%. Foi observada também uma pequena

diferença em resposta da germinação pela exposição a temperaturas mais elevadas (70 °C) entre as espécies. O *P. sylvestris* apresentou percentagem de germinação maior, se bem que a diferença não foi relevante, a 50 °C a resposta foi de 90% quando as sementes foram submetidas a um tempo de 8 min, sendo apenas 4% inferior quando a exposição foi de 3 min e germinação de 92%. O mesmo ocorreu a 70 °C onde a diferença foi somente de 1% com 5 min, onde germinaram 95% das sementes e com 3 min, com 94% de germinação. Comportamento contrário foi observado para *Pinus nigra*, onde os valores mais altos de germinação foram obtidos com as temperaturas mais baixas a 50 °C a germinação foi de 98% com 8 min; a 70 °C de temperatura germinaram 96% com 3 min e 91% quando a exposição durou 5 min. Em um outro experimento, observou que a velocidade de germinação desses mesmos *Pinus*, submetidos à temperaturas maiores ou iguais a 90 °C foi menor para a testemunha. O ensaio onde as sementes foram submetidas a 130 °C foi o primeiro a iniciar a germinação, mas um dos tratamentos (*Pinus salgarenho*) começa a germinar antes do ensaio a 100 °C frente ao submetido a 90 °C, porém o contrário se deu com o *Pinus albar* que primeiro iniciou a germinação quando submetidos a 90 °C. Dado ao comportamento obtidos para o material estudado o autor sugere que a diferença no tempo de exposição (2,5 min) compreende a um aumento de temperatura de 10 °C.

Para Nassif et al. (1998) a temperatura pode afetar as reações bioquímicas de sementes de espécies florestais que determinam todo processo germinativo, apresentando capacidade germinativa em limites bem definidos de temperatura, variável de espécie para espécie, que caracterizam sua distribuição geográfica, no estudo dessa dependência a germinação de uma semente depende da temperatura e é de grande interesse ecofisiológico.

O déficit hídrico é a principal causa de deficiência de boro em *Eucalyptus citriodora* e *E. urophylla* no cerrado de Minas Gerais. Barros et al. (1992) e Auer (1991) esquematizam que o déficit hídrico e deficiência ou desequilíbrio nutricional podem ocasionar fissuras na casca e seca de ponteiro, favorecendo a penetração e a infecção por fungos causadores de cancro, como os de gênero *Botryosphaeria*.

*Cytisus striatus* e *C. multiflorus* são duas espécies de leguminosas e em numerosas espécies desta família se tem comprovado que as altas temperaturas favorecem a germinação (Añorbe et al., 1990; Tárrega et al., 1992; González-Rabanal e Casal, 1993; Cornide et al., 1993; Herranz et al., 1998) e as causas de que se produza este estímulo reside na cobertura de suas sementes. São espécies com sementes de cobertura dura, impermeável a água e com um alto conteúdo de ceras. O calor produzido pelos incêndios ou outra fonte diferente provoca a ruptura dessa cobertura dura e permite a entrada de água, desencadeando os processos que



conduzem a germinação.

Reyes e Boedo (1999) comprovaram que as espécies de *Cytisus striatus* e *C. multiflorus* estudadas foram estimuladas pelas altas temperaturas e que para que o calor produzisse a ruptura da cobertura sem chegar a danificar o embrião, a temperatura alcançada deve ser de pelo menos 80 °C, com o máximo de 140 °C. O tempo de exposição das sementes ao calor deve ser inversamente proporcional a temperatura aplicada. Para as sementes de *C. multiflorus* submetidas a temperatura de 80 °C e tempos de 7,5 e 15 min, são os que mais estimulam a germinação, a 100 °C o tempo de exposição deve reduzir-se a 2,5 ou 5 min e a 120 e 140 °C não deve superar os 2,5 min. As sementes de *C. striatus* resistem melhor ao calor e experimentam estimulação da germinação usando combinações de tempo e temperatura. A temperatura mais baixa em que se produziu estimulação da germinação foi de 80 °C com tempos de permanência de calor entre 7,5 e 15 min, igual ocorrência em *C. multiflorus*; com temperaturas de 100 °C e tempo de exposição para que se produza estimulação deve ser de 2,5 a 7,5 min. A diferença entre *C. striatus* e *C. multiflorus* reside em que a 120 °C o *C. striatus* alcança valores de germinação altos não só com 2,5 min e também com 5 min de exposição e que a temperatura de 140 °C a 2,5 min suas taxas de germinação são maiores que no *C. multiflorus*. Cabe destacar que pelo menos as taxas de germinação é muito grande em comparação com os valores que se alcançam na testemunha. No *C. multiflorus* os tratamentos de 100 °C a 5 min e 100 °C a 7,5 min sem cinzas alcançam valores de germinação quatro vezes mais altos que a testemunha e 100 °C a 7,5 min com cinzas supera 17 vezes a testemunha com cinzas. Em *C. striatus* os valores de germinação dos tratamentos de 100 °C a 5 min e 100 °C a 7,5 min sem cinzas são sete vezes maior que os obtidos na testemunha. Os valores de germinação dos mesmos tratamentos com cinzas são nove vezes mais elevados que a testemunha. Estes dados nos dão idéia da potencialidade que tem o calor na estimulação da germinação das sementes de *C. multiflorus* e *C. striatus*. O efeito das cinzas sobre a germinação difere para cada espécie de *C. striatus* e as cinzas aumentam o incremento das taxas de germinação que se alcançam com os choques térmicos.

## **2.6. Germinação**

A qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente desempenhar funções vitais, como germinação, vigor e longevidade. Os efeitos sobre a qualidade fisiológica, geralmente são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e pela redução do vigor das plântulas (Puzzi, 1996).

O primeiro atributo da qualidade fisiológica a se considerar em um lote de sementes é a porcentagem de germinação, que representa a capacidade da semente em dar origem a uma plântula normal (Dias e Crochemore, 1993).

Segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) germinação de sementes em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. E, para que uma plântula possa continuar seu desenvolvimento até tornar-se uma planta normal, deve apresentar as seguintes estruturas essenciais: sistema radicular (raiz primária, raízes secundárias e em certos casos raízes seminais), parte aérea (hipocótilo, epicótilo, em certas gramíneas, mesocótilo e gemas terminais), cotilédones (um ou mais) e coleótilo (em todas as gramíneas). O objetivo final do teste de germinação é obter informações sobre o valor das sementes para fins de semeadura e fornecer dados que possam ser usados para comparar o valor de diferentes lotes de sementes.

A germinação é uma seqüência de eventos fisiológicos influenciada por fatores externos (ambientais) e internos (dormência, inibidores e promotores da germinação) às sementes e cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais (Nassif et al., 1998). Os mesmos autores citam que a germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos com a retomada de crescimento do embrião, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula. Entretanto, para os tecnologistas de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis. Em síntese, tendo-se uma semente viável em repouso, por quiescência ou dormência, quando são satisfeitas uma série de condições externas (do ambiente) e internas (intrínsecas do indivíduo), ocorrerá o crescimento do embrião, o qual conduzirá à germinação. Por isso, do ponto de vista fisiológico, germinar é simplesmente sair do repouso e entrar em atividade metabólica.

Para Puzzi (1996) e Martins Neto (1994) o teste de germinação avalia a capacidade da semente produzir uma plântula normal, sob condições artificiais altamente favoráveis. É um método padronizado e reconhecido para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Esse é o teste mais comum e freqüente para a determinação da qualidade fisiológica de sementes, sendo o seu procedimento padronizado, o que o torna a mais importante informação para fins de comercialização de sementes.

UFCG - BIBLIOTECA



# *MATERIAL E MÉTODOS*

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, nos anos de 2001 e 2003.

Foram utilizadas sementes de cinco espécies de *Eucalyptus* e três de *Pinus* (Tabela 1) procedentes de regiões que contém um grupo de árvores de características superiores (porte, produtividade e fruto), produzidas e adquiridas pelo IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), Piracicaba, SP, destinada especificamente à produção de sementes.

**Tabela 1.** Espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* estudadas

Espécie	Procedência	Pureza (%)	Germinação (%)
E <sub>1</sub> : <i>Eucalyptus brassiana</i>	Anhembi-SP.	50	86,00
E <sub>2</sub> : <i>Eucalyptus citriodora</i>	Restinga-SP.	80	90,99
E <sub>3</sub> : <i>Eucalyptus grandis</i>	Bofete-SP.	50	98,03
E <sub>4</sub> : <i>Eucalyptus saligna</i>	Itatinga-SP.	50	90,19
E <sub>5</sub> : <i>Eucalyptus urophylla</i>	Rezende-RJ.	50	77,00
P <sub>1</sub> : <i>Pinus caribaea</i>	Morada Nova-MG.	95	94,00
P <sub>2</sub> : <i>Pinus elliotti</i>	Agudos-SP.	95	91,05
P <sub>3</sub> : <i>Pinus taeda</i>	Capão Bonito-SP.	95	91,00

As plantas escolhidas dentro do povoamento, eram produtoras de sementes e se encontravam suficientemente isoladas para evitar polinização indesejável, não tendo em seu interior exemplares defeituosos e eram sadias (sem ataques de fungos ou insetos), bem formadas e de bom crescimento.

As sementes, limpas e bem secas, ao chegarem no laboratório ficaram conservadas em condições ambiente até a data de instalação do experimento, onde, nesta ocasião, a qualidade das sementes foi avaliada mediante análise de pureza, germinação, vigor e umidade, obedecendo às recomendações prescritas nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992).

Depois da análise das sementes, amostras de aproximadamente 200 sementes foram colocadas em 4 recipientes de alumínio, contendo cada um 50 sementes. Posteriormente, foram levadas à estufa que se encontrava a temperatura pré-determinada para o experimento (50; 70; 90; 110; 130 e 150 °C) onde permaneceram por 2, 4 e 6 min. Passando esse tempo, as sementes foram retiradas da estufa e colocadas em um dessecador com sílica gel durante 30 min, para em seguida ser submetidas a um teste de viabilidade para avaliação do efeito da temperatura sobre a germinação dessas sementes.

### **3.1. Efeito da temperatura na germinação**

A simulação de diversas intensidades de calor sobre a germinação das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus* se fez mediante a avaliação da germinação dessas sementes, depois de submetê-las a diferentes condições de temperaturas (50, 70, 90, 110, 130 e 150 °C) e tempo de exposição (2, 4 e 6 min) a essas temperaturas.

Para esta avaliação, 4 amostras de 50 sementes de cada espécie foram levadas à estufa marca FANEM, modelo 330, depois da mesma ter alcançado a temperatura requerida para cada tratamento, onde foram colocadas sobre papel alumínio, o número de sementes que formava cada ensaio, permaneceram pelo tempo necessário para cada um dos casos. Uma vez transcorridos esse tempo às sementes foram retiradas da estufa e levadas a um dessecador contendo sílica gel para equilibrar sua temperatura com o ambiente.

A areia foi o substrato utilizado no teste de germinação do *Eucalyptus citriodora* e o papel *germitest* para as demais espécies trabalhadas. A leitura foi feita diariamente, retirando-se as sementes emergidas com radícula de tamanho igual e superior a 5 mm para evitar possível processos de competição que inibiria a germinação do resto das sementes situadas na mesma placa. Para os substratos a remoção foi efetuada depois da segunda contagem, recomendada por Brasil (1992) para cada espécie. Para as espécies de *Pinus elliotti* e *P. taeda* foi necessário o uso de um foto-período (12 escuro/12 luz) e estratificação a frio (10 °C durante 26 dias) após cada tratamento térmico.

### **3.2. Efeito da temperatura e das cinzas na germinação**

A avaliação do efeito conjunto da intensidade do calor com adição de cinzas foi

realizado empregando-se cinzas obtidas pela combustão total em meio aeróbico do material vegetal (folhas, ramos, frutos, caule e cascas) das espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*, objetos do estudo.

Em seguida foram preparadas soluções de cinzas em três concentrações, pesando-se 15, 30 e 45 g de cinzas correspondentes a primeira, segunda e terceira concentração respectivamente, mediante pesagem em balança eletrônica. Posteriormente, com a ajuda de um bastão de vidro, estas foram separadamente dissolvidas em um litro de água destilada com a qual se regava regularmente o substrato de areia e papel contido em placa de *Petri*, onde as sementes foram semeadas.

Para os tratamentos térmicos com o emprego dessas soluções, as sementes foram previamente tratadas as temperaturas de 25\*, 70, 90 e 130 °C e expostas ao tempo de exposição 2, 4 e 6 min, respectivamente. A avaliação foi feita usando o mesmo método anterior no item 3.1.

### **3.3. Teste padrão de germinação (TPG)**

O teste de germinação foi realizado obedecendo-se as recomendações presentes nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), imediatamente depois de cada tratamento de calor, dentro de placas de *Petri* de 9 cm de diâmetro, contendo duas folhas de papel de filtro ou areia, sobre a qual as sementes foram semeadas; o conjunto foi introduzido em um germinador marca FANEM, com temperatura de  $25 \pm 1$  °C, regado com água destilada para manter uma umidade constante e elevada ( $\pm 95\%$  UR) e para os tratamentos de cinzas o substrato foi regado com as soluções em diferentes concentrações.

A percentagem de germinação para as espécies de *Eucalyptus* foi feita com o total das sementes emergidas 14° dia depois da semeadura e para as espécies de *Pinus* no 28° dia, exceto para o *P. caribaea* que, foi feita com o total das sementes emergidas no 21° dia após a semeadura, conforme Brasil (1992).



### 3.4. Obtenção do nível de umidade inicial

A obtenção da umidade inicial das espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* foram obtidas pelo método padrão da estufa, conforme recomenda as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) calculando-se a porcentagem de umidade em base de peso úmido, mediante a fórmula seguinte:

$$U = \frac{P_i - P_f}{P_i - t} 100 \quad (1)$$

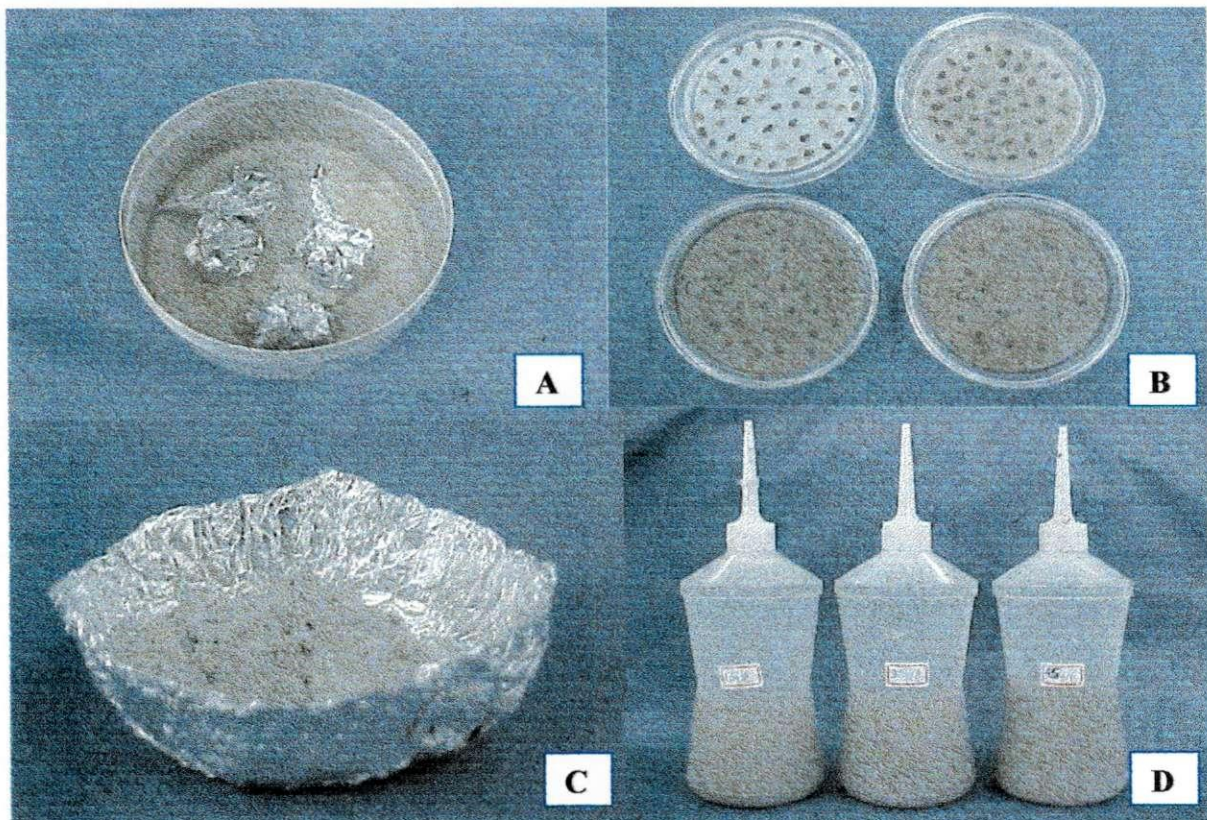
em que:

U - teor de umidade, % b.u

$P_i$  - peso inicial, g

$P_f$  = peso final, g

t = tara do recipiente, g



**Figura 1.** Preparo da semeadura: A - recipientes com quatro amostras, B - placa de Petri com dois substrato, C - porção de cinzas, D - recipientes com soluções de cinzas

### **3.5. Análise estatística dos dados**

O delineamento estatístico empregado, nas duas etapas do experimento, foi o inteiramente casualizado, disposto em fatorial, sendo o arranjo da primeira etapa 6 x 3 x 5 (seis temperaturas, três tempos de exposição e cinco variedades de *Eucalyptus*) e 6 x 3 x 3 (seis temperaturas, três tempos de exposição e três variedades de *Pinus*), o da segunda etapa 4 x 3 x 3 x 5 (quatro temperaturas, três tempos de exposição, três concentrações de cinzas e cinco variedades de *Eucalyptus*) e 4 x 3 x 3 x 3 (quatro temperaturas, três tempos de exposição, três concentrações de cinzas e três variedades de *Pinus*) com quatro repetições de cinqüenta sementes, para cada espécie.

Os dados obtidos foram tabulados em fichas próprias, digitadas e analisadas pelo Software Assistat versão 6.2 (Silva, 2002) e, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 a 5 % de probabilidade. Os dados quantitativos foram submetidos a uma análise de regressão na variância, onde se testaram polinômios de primeiro e segundo graus para representa-los, considerando a sua significância e o maior valor do coeficiente de correlação.

# *RESULTADOS E DISCUSSÃO*

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1. Efeito da temperatura e do tempo sobre a germinação das sementes

A análise da variância dos dados da germinação das sementes (Tabela 2 e 3), demonstrou valores de F significativos a 1% de probabilidade para todos os tratamentos e suas interações e efeito linear e quadrático para os dados quantitativos de todas as espécies.

Tabela 2. Quadrado médio da análise de variância para a germinação das sementes de *Pinus*

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	-	Germinação
Temperatura (T)	5	51523,64**
Tempo (t)	2	4649,04**
Espécie (E)	2	510,04**
T x t	10	2181,57**
T x E	10	55,63**
t x E	4	229,78**
T x t x E	20	172,99**
Resíduo	162	1,38
CV %		2,09
<i>Pinus caribaea</i> (P <sub>1</sub> )		
2 min		
Linear	1	18306,06**
Quadrática	1	5440,19**
4 min		
Linear	1	33310,41**
Quadrática	1	1015,05**
6 min		
Linear	1	28927,56**
Quadrática	1	5520,96**
<i>Pinus elliotti</i> (P <sub>2</sub> )		
2 min		
Linear	1	17664,91**
Quadrática	1	5123,04**
4 min		
Linear	1	29828,93**
Quadrática	1	1952,68**
6 min		
Linear	1	29787,66**
Quadrática	1	1196,29**
<i>Pinus taeda</i> (P <sub>3</sub> )		
2 min		
Linear	1	15451,43**
Quadrática	1	4357,44**
4 min		
Linear	1	28361,16**
Quadrática	1	2190,96**
6 min		
Linear	1	27363,66**
Quadrática	1	1078,58**

\*\* - significativo a 1% de probabilidade



**Tabela 3.** Quadrado médio da análise de variância na regressão para a germinação das sementes de *Eucalyptus*

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio
Tratamentos	-	Germinação
Temperatura (T)	5	64588,16**
Tempo (t)	2	402,73**
Espécie (E)	4	6851,16**
T x t	10	435,93**
T x E	20	1292,26**
t x E	8	635,90**
T x t x E	40	194,43**
Resíduo	270	2,77
CV %		2,87
<i>Eucalyptus brassiana</i> (E1)		
2 min		
Linear	1	25308,01**
Quadrática	1	1234,33**
4 min		
Linear	1	27641,15**
Quadrática	1	2060,19**
6 min		
Linear	1	28080,05**
Quadrática	1	3407,44**
<i>Eucalyptus citriodora</i> (E2)		
2 min		
Linear	1	12408,91**
Quadrática	1	3601,19**
4 min		
Linear	1	17664,91**
Quadrática	1	2563,04**
6 min		
Linear	1	18892,85**
Quadrática	1	1129,33**
<i>Eucalyptus grandis</i> (E3)		
2 min		
Linear	1	9512,22**
Quadrática	1	3072,19**
4 min		
Linear	1	12170,41**
Quadrática	1	3653,76**
6 min		
Linear	1	12170,41**
Quadrática	1	3206,67**
<i>Eucalyptus saligna</i> (E4)		
2 min		
Linear	1	9396,01**
Quadrática	1	4590,96**
4 min		
Linear	1	13524,70**
Quadrática	1	3510,10**
6 min		
Linear	1	20264,01**
Quadrática	1	2574,10**
<i>Eucalyptus urophylla</i> (E5)		
2 min		
Linear	1	30786,05**
Quadrática	1	40,04**
4 min		
Linear	1	30744,12**
Quadrática	1	861,44**
6 min		
Linear	1	25384,12**
Quadrática	1	3206,67**

\*\* - significativo a 1% de probabilidade

Conforme se observa mediante os dados contidos nas Figuras de 2 a 9, a probabilidade de germinação das espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* parecem estar controlada principalmente pela temperatura e tempo de exposição, alcançando valores de germinação inferiores a 10% quando a temperatura é de 150 °C. Isto sugere, que a presença de um tegumento duro nas sementes ofereça uma resistência dentro de uma ampla gama de intensidade térmica, diminuindo a probabilidade de germinação somente quando se alcançassem temperaturas ao redor de 150 °C. Garcia (1998) detectou que frente a temperaturas elevadas diminuiu a germinação de sementes de *Pinus* (*P. pinaster*, *P. halepensis*, *P. canaviensis*, *P. uncinata*). Este sucesso coincide com diferenças significativas entre as curvas de sobrevivência depois do tratamento menos intenso. Desta maneira, a regeneração dos *Eucaliptos* e *Pinus* depois de um incêndio florestal parece esta garantida pela combinação de um tegumento resistente e não pela existência de um banco de sementes edáfico uma vez que as longevidades dessas sementes são altas.

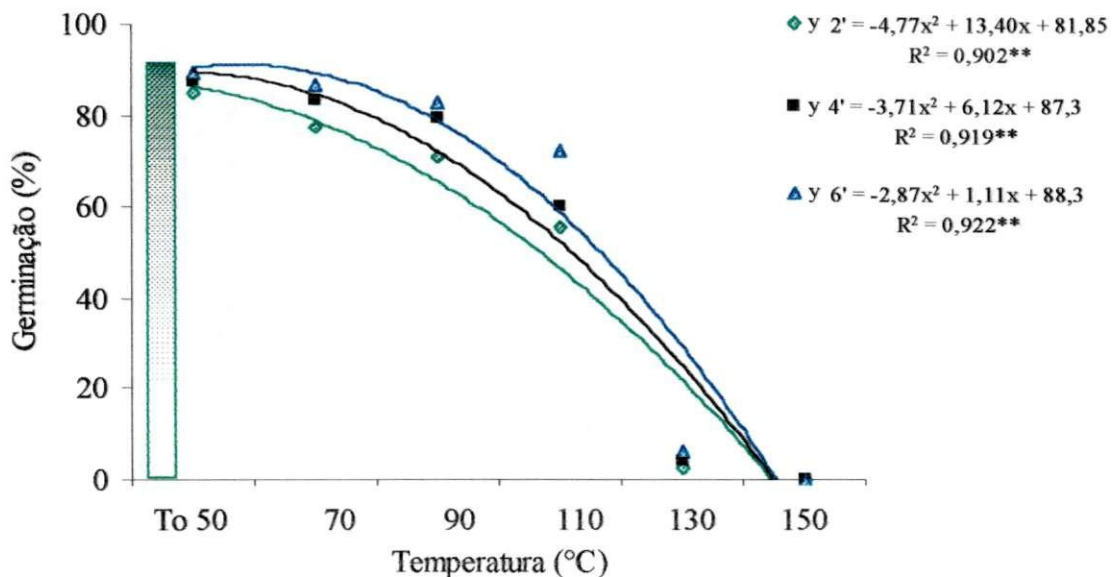
Os modelos de germinação obtidos para o *Eucalyptus* e *Pinus* estudados apresentaram algumas diferenças visíveis depois de sofrerem os choques térmicos, de maneira que parecem existem evidências no sentido de que as respostas adaptativas de cada uma delas é específica. Garcia (1998) observou que os *Pinus* espanhóis (*P. pinaster*, *P. halepensis*, *P. canaviensis*) apresenta um modelo de resposta representativa muito similar. Estes modelos como se referem Lamont et al. (1991) se baseiam na produção anual de uma grande quantidade de sementes e uma existência de um banco aéreo de sementes.

Os valores da germinação obtidos nos tratamentos de temperatura menores ou iguais a 50 °C (Figuras de 2 a 9) não mostram diferença significativa com a testemunha, ou seja, as sementes de todas as espécies germinam sem nenhum tratamento a esta temperatura, alcançando altas porcentagens de germinação que ficou entre 90 e 94%. No entanto, pode-se observar diferenças na germinação para as demais temperaturas, levando a germinação das sementes a um decréscimo gradativo, sendo mais acentuado, quando expostas a tempos maiores e provocando a morte total a partir de 130 °C para algumas espécies.

O *Eucalyptus brassiana* foi à única espécie do gênero que teve um comportamento diferenciado frente às outras, a percentagem de germinação diminuiu com o aumento da temperatura, mas aumentou com o passar do tempo de exposição como mostra a Figura 2. Sobre este comportamento Mas e Verdú (2002) estudaram sementes de *Amaranthus retroflexus* e mostraram que um período de quatro dias em condições de teste de incubação era suficiente para assegurar 50% das taxas de germinação. Esta característica mudou substancialmente quando as sementes foram submetidas a 55 °C durante quatro a sete horas,

muitas sementes não germinaram e o período de germinação levou quinze dias para alcançar a taxa de germinação que correspondeu a quatro dias para as sementes sem tratamento térmico. Os efeitos de temperatura e o tempo de exposição na germinação eram até mesmo mais notáveis nos tratamentos a 55 °C durante 8 horas e a 60 °C durante duas horas. A germinação levou mais que vinte dias para alcançar menos que 20% da germinação final.

Contradizendo a teoria anterior Reyes e Boedo (1999), observaram que espécies de leguminosas (*Cytisus striatus* e *C. multiflorus*) apresentaram taxas de germinação muito baixas na ausência de tratamentos térmicos e nem todos os tratamentos estimularam a germinação destas espécies. Cabendo destacar que, com a elevação da temperatura a taxa de germinação aumentou em comparação com os valores alcançados na testemunha.



**Figura 2.** Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de *Eucalyptus brassiana*, submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura

Situação semelhante aconteceu com a espécie de *Eucalyptus saligna* nas temperaturas de 50 e 70 °C (Figura 3) e *Eucalyptus urophylla* a 90 e 110 °C (Figura 4).

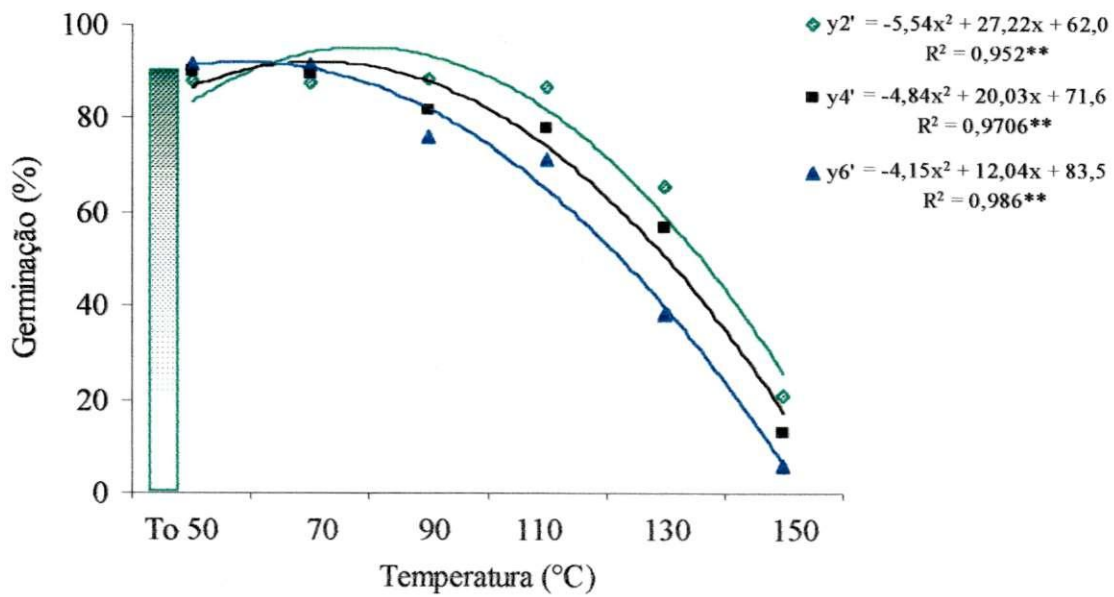


Figura 3. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de *Eucalyptus saligna*, submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura

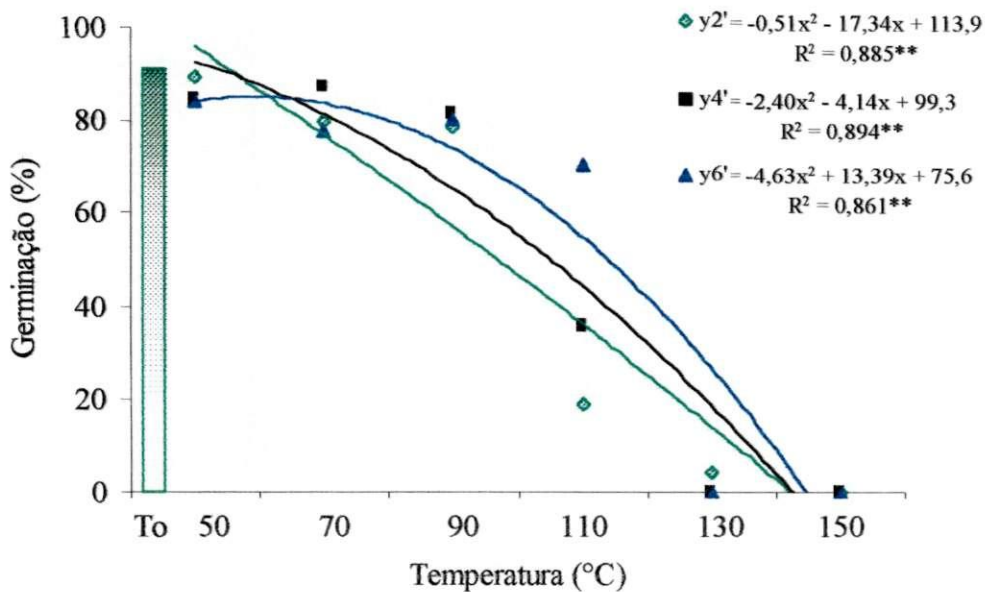


Figura 4. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de *Eucalyptus urophylla*, submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura

A percentagem de germinação das demais espécies de *Eucalyptus* diminui com o aumento da temperatura e o tempo de exposição (Figura 5 e 6).



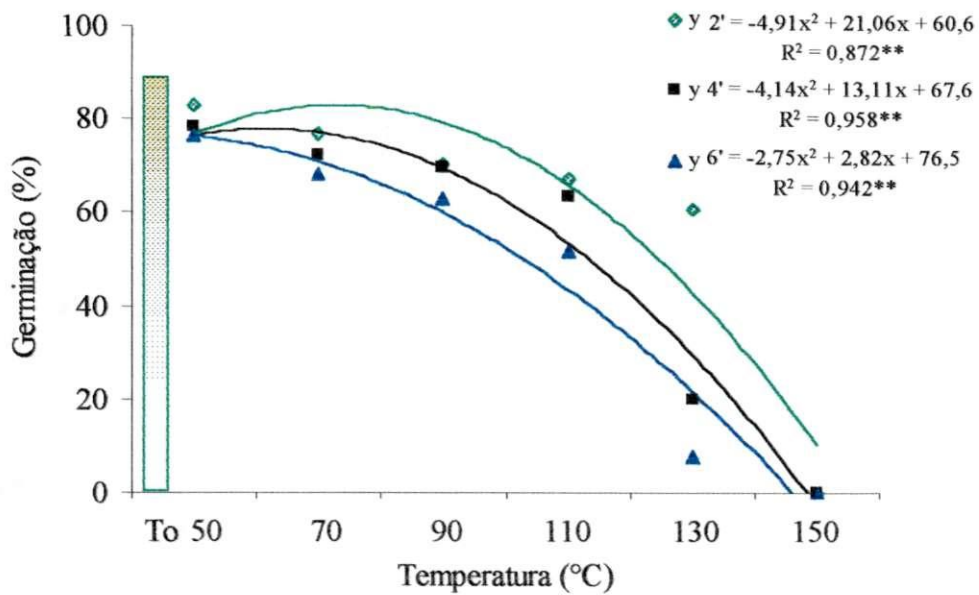


Figura 5. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de *Eucalyptus citriodora*, submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura

Segundo Hernando (1997) a resposta de *Pinus nigra subsp. salzmannii* e *P. sylvestris*, depois de suas sementes terem sido submetidas a diferentes ações de intensidades de calor, não se observa incremento na germinação pelo efeito das temperaturas em comparação com a testemunha e, sim, diminuição significativa da viabilidade, até a níveis letais, quando os tratamentos superaram os 90 °C de temperatura, resultados que em parte concorda com os obtidos no presente trabalho, tanto para os *Pinus* quanto para os *Eucalyptus*, haja visto que a exceção do *Eucalyptus grandis* (Figura 6), a germinação foi nula ou considerada letal quando os tratamentos superaram os 150 °C e suas sementes ficaram expostas a seis min.

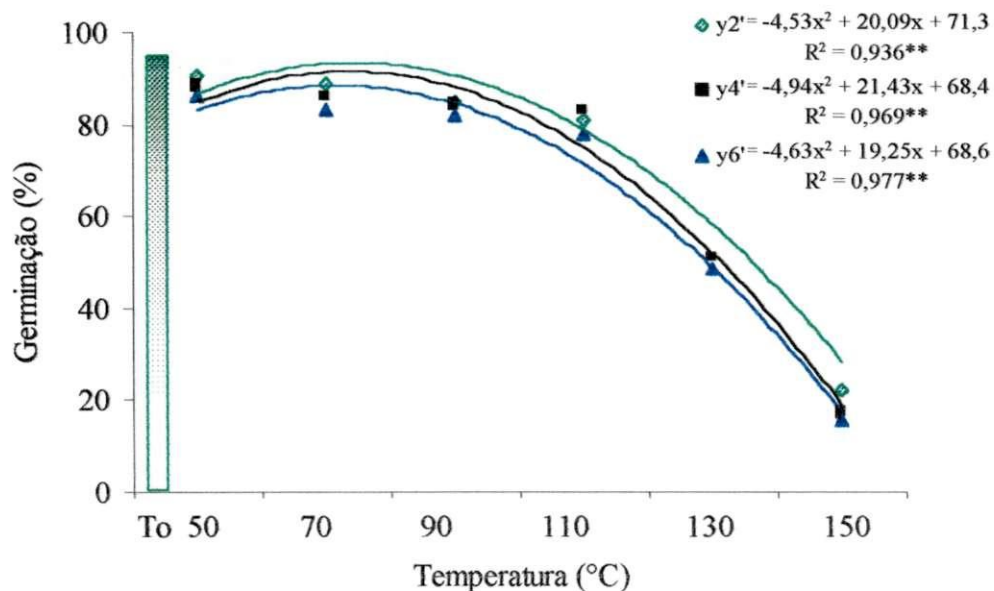


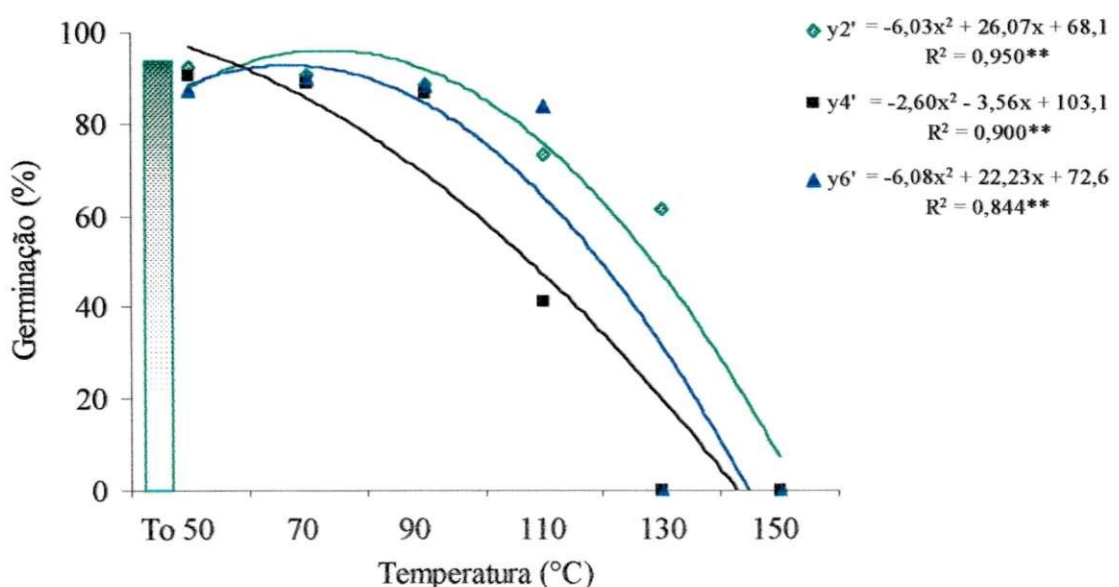
Figura 6. Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de *Eucalyptus grandis*, submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura

UFCC - BIBLIOTECA

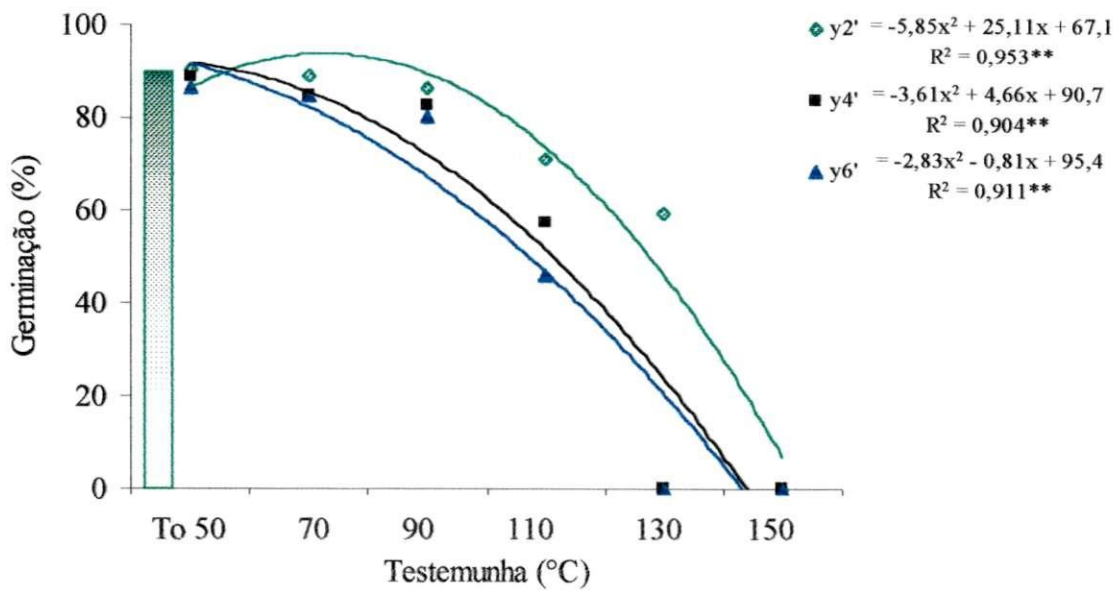
O comportamento das sementes de *Pinus caribaea* é completamente diferente dos demais *Pinus*, sua porcentagem de germinação diminuiu a 50 °C, mas aumentou com as temperaturas 70, 90 e 110 °C, tornando-se nula a partir dos 4 min a 130 °C e houve uma diferença crescente na germinação quando passou de 4 para 6 min, como indica a Figura 7. Segundo Martinez-Sánchez et al. (1995) a uma temperatura em torno dos 70 °C poderia determinar a não germinação do *Pinus halepensis* se o tempo de exposição for superior a 10 min.

Diferentes trabalhos consideraram algumas Pináceas ibéricas termófilas (*Pinus halepensis* e *P. pinaster*) como típicas plantas pirófitas por sua boa regeneração depois de um incêndio florestal (Trabaud e Ostric, 1989), mas posteriormente comprovou-se que sua germinação não era estimulada pelas temperaturas elevadas, mesmo as que não apresentaram mortalidades significativas até temperaturas em torno de 250 °C, contradizendo desta forma a teoria anterior (Martínez-Sánchez et al., 1995). Segundo estas respostas, pode-se afirmar que estas espécies de *Pinus* não são espécies pirófitas, podendo definir-se como espécies colonizadoras de zonas queimadas e que as sementes não perdem a viabilidade com o fogo, em nenhum caso sofre uma estimulação (Castro et al., 1990).

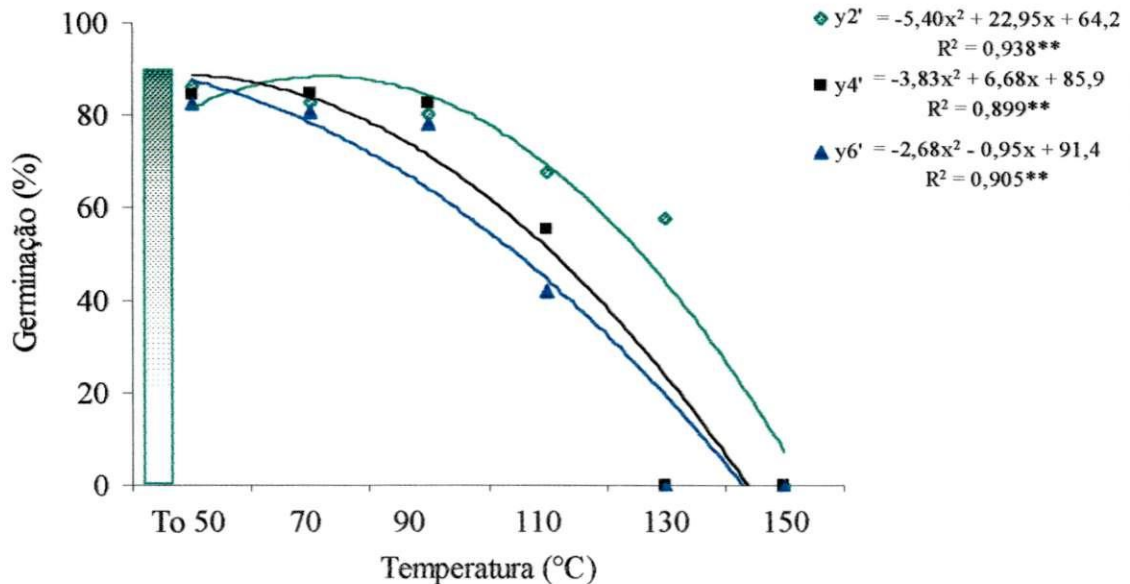
Outra resposta diferenciada entre as espécies foi que o *Pinus caribaea* germina sem precisar de estratificação nem uso de foto-período, o que não acontece com o *Pinus elliotti* e *P. taeda* que necessita de um foto-período e uma estratificação a frio e, é quando a porcentagem de germinação diminui gradativamente com o aumento da temperatura e o tempo de exposição (Figura 8 e 9).



**Figura 7.** Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de *Pinus caribaea*, submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura



**Figura 8.** Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de *Pinus elliotti*, submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura



**Figura 9.** Efeito da temperatura sobre a germinação das sementes de *Pinus taeda*, submetidas a 2, 4 e 6 min de exposição a cada temperatura

Observa-se, ainda, que o tempo de exposição e a intensidade do calor, exerce uma importância muito grande sobre a sobrevivência das sementes, tendo os *Eucalyptus brassiana*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* e os *Pinus caribaea*, *P. elliotti* e *P. taeda* apresentando germinação média de 40,5 e 59,6 %, respectivamente quando expostos a dois min a temperatura de 130 °C. Ademais o comportamento dos *Pinus* estudados por Hernando



(1997) em suportar as temperaturas mais altas sem perda total de sua germinação, deve-se, provavelmente, a fatores genéticos e ecológicos que adiantam ou atrasam o processo de formação das sementes, vez que a temperatura tem sido citado como um dos fatores mais importantes de aceleração ou retardamento da maturação (Shearer, 1977).

Tem-se detectado problemas na regeneração de algumas espécies de *Pinus* (Moreno et al., 1996; Escudero et al., 1997) em bosques de *Pinus sylvestris* e *P. nigra* localizados em solos profundos em altitudes mais baixas, aumentando a sua dificuldade de regeneração ao menos que a área devastada seja ampliada e as arvores que não morreram não possam cobrir todo o espaço danificado, de qualquer maneira estes *Pinus* mostram ligeiras diferenças em seu comportamento de germinação depois de choques térmicos.

Vandensen e Beagle (1973) verificaram que condições climáticas amenas promoveram retardamento no processo de maturação e aceleração no crescimento vegetativo em *Pinus ponderosa* var *seopulorum*. Barnett (1979) afirma que diferenças em época de maturação de cones de população da mesma espécie, situados a diferentes altitudes, são devido a variação de temperatura, sendo que as mais baixas tendem a retardar a maturação.

Os valores de germinação obtidos com a espécie de *Eucalyptus* (Figuras 2 a 6 e Tabela 15 do Anexo) apresentaram diferenças significativas entre e dentro de cada temperatura estudada. Quando se compara a germinação para cada espécie nos tratamentos de menor intensidade (50, 70 e 90 °C), tem-se para a espécie de *E. saligna* (E<sub>4</sub>) superioridade estatística sobre as demais espécies e, que a espécie *E. brassiana* (E<sub>1</sub>), nas temperaturas de 50 e 70 °C foi inferior a *E. saligna* (E<sub>4</sub>) quando a intensidade de calor foi de 90 °C. Ademais, a espécie *E. citriodora* (E<sub>2</sub>) foi a mais afetada em sua germinação pela ação do calor. Quanto ao tempo, tem-se que a partir da temperatura de 110 °C a ação do fogo sobre a germinação dessas sementes passa a ser bem marcante, tendo as espécies *E. grandis* (E<sub>3</sub>) e *E. saligna* (E<sub>4</sub>) apresentando a mesma germinação (79,74%), porém, superior as espécies *E. brassiana* (E<sub>1</sub>) e *E. citriodora* (E<sub>2</sub>) que também foram iguais do ponto de vista da estatística a esta temperatura.

Para os *Pinus* (Figuras 7 a 9 e Tabela 16 do Anexo) a resposta das espécies ao calor para esta faixa de temperatura a que foram submetidas (50 a 110 °C), foi bem definida, isto é, a espécie *P. caribaea* (P<sub>1</sub>) foi estatisticamente superior ao *P. elliotti* (P<sub>2</sub>) que foi superior ao *P. taeda* (P<sub>3</sub>). No entanto, tanto para os *Eucaliptos* quanto para os *Pinus* a germinação ficou acima de 80% quando submetidas a intensidade de calor entre 50 e 90 °C e, abaixo de 20% para os *Pinus* quando a intensidade foi de 130 °C, onde as espécies de *Eucalyptus grandis* (E<sub>3</sub>) e *E. saligna* (E<sub>4</sub>) apresentaram germinação superior a 53% (Figuras 2 a 9 e Tabela 15 e 16 do Anexo).



Os resultados das perdas de germinação das sementes de *Pinus* (Figuras 7 a 9 e Tabela 16 do Anexo) pela exposição as diferentes intensidades de calor a que foram submetidas em cada temperatura, revela um comportamento uniforme e bem característico no sentido de que ao ser submetido às sementes a um maior tempo de exposição ao calor, a germinação é reduzida estatisticamente. Por outro lado para as sementes de *Eucalyptus* (Figuras 7 a 9 e Tabela 15 do Anexo) observa-se algumas flutuações, porém, apresentando a mesma tendência, vez que em análise aos valores absolutos, verifica-se diferenças muito pequenas para o efeito do fator tempo de exposição a intensidade do calor, onde a 70 °C por 2 min a germinação foi de 82,30% e a 70 °C por 4 min igual a 83,80%, sendo esta estatisticamente superior aquela.

Em resumo, pode-se dizer que quando os valores das temperaturas são iguais ou superior a 110 °C, observa-se uma importante perda da germinação das espécies de *Pinus* e *Eucalyptus* estudadas, sendo esta perda notória a partir da temperatura de 130 °C, onde a germinação de *E. urophylla* (E<sub>5</sub>) foi de 1,50% e *P. taeda* (P<sub>3</sub>) de 19,33%, e totalmente nula a 150 °C. Ademais, tem-se que a porcentagem de germinação de todas as espécies de *Pinus* e *Eucalyptus* estudados é reduzida com a elevação da intensidade do calor e do tempo de exposição a esta intensidade.

Os *Pinus* mediterrâneos tem sido considerados plantas adaptadas ao fogo e, em boa medida, elementos oportunistas (Hernando, 1997). No entanto, existe evidência no sentido contrário, referenciando ainda que os *Pinus* espanhóis germinam com menor rapidez sem a ação de choque térmico, perdendo sua viabilidade em certo período de tempo. Thanos et al. (1996) dizem que as sementes dos *Pinus* espanhóis demonstraram uma ligeira proteção frente ao fogo e, que os *Pinus* de terra baixas como *P. halepensis* e *P. pinaster* tem sua regeneração em um ambiente pós-fogo na existência de um banco aéreo e de sementes serótínicas, já que os bosques de *Pinus* termófilos são sistemas próprios a sofrer incêndios. Ademais, tantos os *Pinus* quanto os *Eucalyptus* não apresentam a mesma adaptação ao fogo, uns desenvolvem tegumentos duros, outros diminuem seu tamanho aumentando a sua área de dispersão.

No presente trabalho foram observadas diferenças na germinação depois dos choques térmicos. A germinação de algumas espécies de *Pinus taeda* e de *Eucalyptus brassiana* são mais sensíveis aos tratamentos térmicos e ao tempo de exposição a esses tratamentos. Temperaturas próximas de 130 °C podem causar a morte das sementes (Figuras 2 a 9 e Tabela 15 e 16 do Anexo). Garcia (1998) constatou morte de sementes de *Pinus* espanhóis quando estes foram submetidos a temperaturas de 70 °C, indicando que os *Pinus* brasileiros são mais resistentes que os espanhóis a ação do fogo.

#### 4.2. Efeito da temperatura, do tempo e das cinzas sobre a germinação das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus*

Como se observa através dos dados da Tabela 4, para os *Eucalyptus* a espécie *E. citriodora* ( $E_2$ ) não revelou efeito significativo para o fator tempo e as interações (T x t) e (T x c), assim como a interação t x c não foi significativa para *E. saligna* ( $E_4$ ) e *E. urophylla* ( $E_5$ ) e para todas as espécies de *Pinus* estudadas. As equações polinomiais obtidas da análise de regressão na variância revelaram efeito linear para as concentrações de cinzas, com todas as espécies de *Pinus* e *Eucaliptos* e quadrático para algumas delas. No entanto para expressar os resultados, optou-se pela equação de maior coeficiente de correlação ( $R^2$ ) quer de efeito linear ou quadrático significativo.

**Tabela 4.** Quadrado médio da análise de variância na regressão para a germinação das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus*

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios								
		<i>Eucalyptus</i>					<i>Pinus</i>			
		$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	
Tratamentos										
Temperatura(T)	3	63443,5**	50020,3**	15667,0**	29856,2**	41956,8**	46291,6**	39994,8**	38804,9**	
Tempo (t)	2	689,78**	97,44 <sup>ns</sup>	980,78**	1874,33**	244,10**	2061,78**	1142,10**	1190,36**	
Cinzas (c)	2	2094,53**	552,53**	28237,1**	19308,0**	5277,77**	1093,69**	2655,03**	2801,86**	
T x t	6	245,33**	43,96 <sup>ns</sup>	964,48**	1178,78**	320,26**	865,33**	540,93**	523,99**	
T x c	6	414,75*	67,27 <sup>ns</sup>	467,56**	860,53**	598,37**	286,58**	402,06**	417,49**	
t x c	4	149,11**	85,94*	402,77**	28,67 <sup>ns</sup>	25,78 <sup>ns</sup>	44,44 <sup>ns</sup>	34,11 <sup>ns</sup>	30,53 <sup>ns</sup>	
T x t x c	12	109,11**	98,91**	186,48**	188,89**	59,70 <sup>ns</sup>	67,99*	49,81 <sup>ns</sup>	42,16 <sup>ns</sup>	
Resíduo	108	37,09	33,56	37,38	28,27	34,51	34,02	35,42	24,29	
CV%		9,73	9,86	12,03	10,23	12,14	11,75	12,87	10,99	
2 min. 15 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	15180,0**	9945,80**	10764,0**	6570,31**	15070,0**	16359,2**	14364,8**	14364,8**	
Quadrática	1	8742,25**	2601,00**	1296,00**	280,56*	1980,25**	2500,00**	2304,00**	1936,00**	
2 min. 30 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	15624,0**	13416,2**	8862,0**	17052,8**	9374,45**	11568,0**	10442,4**	10351,2**	
Quadrática	1	6006,25**	2209,00**	272,25 <sup>ns</sup>	1024,00**	2352,25**	2970,25**	2550,25**	2070,25**	
2 min. 45 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	14905,8**	15180,0**	3645,00**	9592,20**	9636,05**	8364,05**	6408,20**	6336,80**	
Quadrática	1	3249,00**	2450,25**	441,00**	441,00**	182,25**	1482,25**	1521,00**	1156,00**	
4 min. 15 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	15401,2**	12700,8**	4992,80**	6020,45**	17582,4**	16820,0**	14796,8**	14796,8**	
Quadrática	1	8372,25**	2304,00**	324,00*	1892,25**	506,25**	1444,00**	1296,00**	1024,00**	
4 min. 30 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	15401,2**	13005,0**	6230,45**	13209,8**	12852,4**	13572,0**	12350,4**	12054,0**	
Quadrática	1	6972,25**	2209,00**	930,25**	1225,00**	1260,25**	1190,25**	930,25**	756,25**	
4 min. 45 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	13209,8**	12251,2**	1843,20**	7296,20**	10904,4**	10626,0**	8080,20**	7840,80**	
Quadrática	1	5929,00**	3782,25**	324,00**	49,00 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	1332,25**	81,00 <sup>ns</sup>	36,00 <sup>ns</sup>	
6 min. 15 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	16302,0**	153446**	2880,00**	9812,45**	17228,4**	16473,8**	14364,8**	14364,8**	
Quadrática	1	6320,25**	2025,00**	64,00 <sup>ns</sup>	380,25 <sup>ns</sup>	2862,25**	225,00*	256,00**	100,00*	
6 min. 30 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	16646,4**	12600,2**	7880,45**	9245,00**	12852,4**	13364,4**	12152,4**	11858,4**	
Quadrática	1	4160,25**	2209,00**	380,25**	729,00**	1560,25**	72,25 <sup>ns</sup>	20,25 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	
6 min. 45 g L <sup>-1</sup>										
Linear	1	12500,0**	13572,0**	2420,00**	7920,20**	9461,25**	10904,4**	8652,80**	8405,00**	
Quadrática	1	400,00*	2756,25**	144,00**	1089,00**	132,25*	0,25 <sup>ns</sup>	0,00	25,00 <sup>ns</sup>	

\*\* - significativo a 1% de probabilidade.

\* - significativo a 5% de probabilidade.

ns - não significativo.

#### 4.2.1. Germinação dos *Eucalyptus*

Mediante a Figura 10 e Tabela 6 do Anexo para o *Eucalyptus brassiana*, percebe-se que houve uma redução da germinação com o aumento da temperatura e do tempo de exposição das sementes a essas temperaturas e, que a exceção da testemunha o ensaio que recebeu a solução de cinzas de 45 g L<sup>-1</sup>, a irrigação do substrato, foi inferior estatisticamente aos ensaios irrigados com as soluções de 15 e 30 g L<sup>-1</sup>, tendo isto ocorrido de forma polinomial, com altos coeficientes de correlação ( $R^2=86$  a 99%).

Para o *Eucalyptus citriodora* a interação cinzas x tempo foi significativa, porém mediante o desdobramento (Figura 11 e Tabela 7 do Anexo) verifica-se que não existem diferenças significativas dentro dos tempos estudados nos níveis de 30 e 45 g L<sup>-1</sup>, assim como entre estes. Coincidindo em parte com os resultados obtidos por Hernando (1997) ao avaliar o efeito simultâneo do calor e das cinzas sobre a germinação de espécies de *Pinus* espanhóis.

A espécie de *Eucalyptus grandis* semeada em substrato irrigado com uma solução de 15, 30 e 45 g L<sup>-1</sup> de cinzas, reduziu estatisticamente sua germinação com o aumento da temperatura e das concentrações, exceto na concentração de 45 g L<sup>-1</sup> para as temperaturas de 70 a 90 °C. Observa-se ainda, uma redução de mais de 50% na germinação, quando este foi irrigado com solução de cinzas de 45 g L<sup>-1</sup> e, que foi a única espécie de *Eucalyptus* que submetida a essa condição germinou, em termo médio, acima de 24% na temperatura 130 °C (Figura 12 e Tabela 8 do Anexo). É de registro, também, o baixo coeficiente de correlação ( $R^2= 67\%$ ) quando essas sementes ficaram expostas durante 4 min a essas temperaturas.

Para o *Eucalyptus saligna* (Figura 13 e Tabela 9 do Anexo) observa-se um comportamento similar ao do *E. grandis*, ou seja, a germinação diminui ao aumentar a concentração de cinzas na solução e a intensidade do calor a que foram submetidas as sementes. Quanto ao tempo a que as sementes ficaram expostas as diferentes temperaturas, a exposição destas durante 6 min para as temperaturas de 70 e 90 °C, revelou comportamento mais uniforme, indicando existir apartir deste tempo, uma influencia forte da duração do mesmo a que as sementes são submetidas à intensidade do calor.

A Figura 14 e a Tabela 10 do Anexo indicam diferenças significativas entre todos os tratamentos utilizados para as sementes de *Eucalyptus urophylla*, onde se observa decréscimo na germinação entre a testemunha (25 °C) e a intensidade do calor promovido pela temperatura 70 °C, sendo a segunda espécie do gênero mais afetada a 130 °C com menos de 3% de germinação. Em relação a interação Temperatura x tempo, apenas houve efeito significativo a 90 °C, também tendo altos coeficientes de correlação ( $R^2= 84$  a 99%).



#### 4.2.2. Germinação dos *Pinus*

Com respeito ao efeito induzido pela presença de cinzas na água de irrigação do substrato das sementes de *Pinus*, postos para germinar, depois de terem sido submetida a várias intensidade de calor, fornecidas pelas diferentes temperaturas e tempo de exposição a que foram submetidas, observa-se perda de germinação devido ao aumento da concentração das cinzas na água de irrigação, revelado pela análise estatística (Figuras 15 a 17). No entanto, tem-se igualdade estatística para as concentrações de 30 e 45 g L<sup>-1</sup> com resultados inferiores de geminação frente a concentração de 15 g L<sup>-1</sup> para a intensidade do calor fornecida pela temperatura de 90 °C. Igual comportamento tem-se com a intensidade de calor promovido pela temperatura de 70 °C nas concentrações de 15 e 30 g L<sup>-1</sup>. Com relação ao tempo (T x t), verifica-se que o mesmo não interfere estatisticamente quando as sementes são posta para germinar a temperatura de 25 °C. Entretanto, as sementes que sofreram a intensidade de calor promovidas pelas temperaturas de 70 e 90 °C, foram mais afetadas na sua germinação quando expostas a 6 min, a essas temperaturas.

Em estudos realizados com sementes de outras espécies florestais as cinzas tem causado sempre um efeito bem inibidor ou nulo sobre a germinação (González-Rabanal, 1995; Reyes e Casal, 1998) e, a causa desta inibição, é pela elevação do pH. Contudo, Hernando (1997) não encontrou efeito algum sobre a germinação dos *Pinus sylvestris* e *P. nigra*. Já para Reyes e Boedo (1999) o efeito das cinzas sobre a germinação é diferente para cada espécie. Em *Cytisus striatus* as cinzas atenua o incremento das taxas de germinação que se alcançam com os choques térmicos, enquanto com *C. multiflorus* em alguns tratamentos, não apresentou diferença.

Levando em consideração estes comentários, pode-se considerar que os *Pinus caribaea*, *P. elliotti*, *P. taeda* e os *Eucalyptus brassiana*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, apresentam uma boa seleção ecológica e biológica para colonizar áreas depois de diferentes alterações, mas não depois de incêndios intensos, especialmente se tratando de incêndios de copas.

Sobre o tema, Keeley e Zedler (1978), afirmam que as plantas em sua evolução tem se adaptado as alterações que incidem com maior ou menor freqüência no meio onde se desenvolvem. Quando este meio estiver submetido periodicamente a diferentes alterações, plantas procuram uma maneira de reproduzir-se e multiplicar-se no tempo e no espaço mediante o fenômeno da dormência. Quando os incêndios afetam uma mesma área a intervalos regulares de tempo longos, maiores de 100 anos, as plantas adaptam-se de forma

que, basicamente, reproduzem-se a partir de sementes, porém, se o intervalo de retorno é menor de 25 anos, as plantas que habitam esta região se reproduzem principalmente por rebrotes (Christensen, 1985). Ao mesmo tempo as plantas podem alcançar diferentes níveis de adaptação segundo o fogo favoreça, em menor ou maior grau, sua regeneração; de maneira que existem plantas que são indiferentes a este efeito. Sua adaptação é passiva e consiste em dificultar o início dos incêndios; como é o caso das possuidoras de cascas grossa, elevada concentração de sais, baixa inflamabilidade, entre outras plantas possuem rizomas ou tubérculos cuja proteção é estimulada pela ação do fogo. Em muitos casos, o efeito que produz o fogo é o que faz abrir suas pinhas resinosas propagando as sementes; assim em trabalhos posteriores, Trabaud (1987) introduziu o termo “adaptado ao fogo” como mais correto para descrever este comportamento.

Tem-se observado que a germinação dos *Pinus* é estimulada pela luz através do sistema de fotocromos (Thanos e Skordilis, 1987), comprovado pela elevada densidade de indivíduos que aparecem nas margens ao abrir uma pista florestal atravessando o pinar (Toole, 1973) por este motivo a eliminação da cobertura vegetal durante um incêndio poderia favorecer o desenvolvimento de espécies heliófilas como as estudadas por Trabaud et al. (1985). Isto se explicaria quando se tem em conta que durante o incêndio, as temperaturas suportadas pela maioria das sementes alcançam valores superiores a 90 °C, que como comprovado, são letais para os embriões dos *Eucalyptus* e *Pinus*.

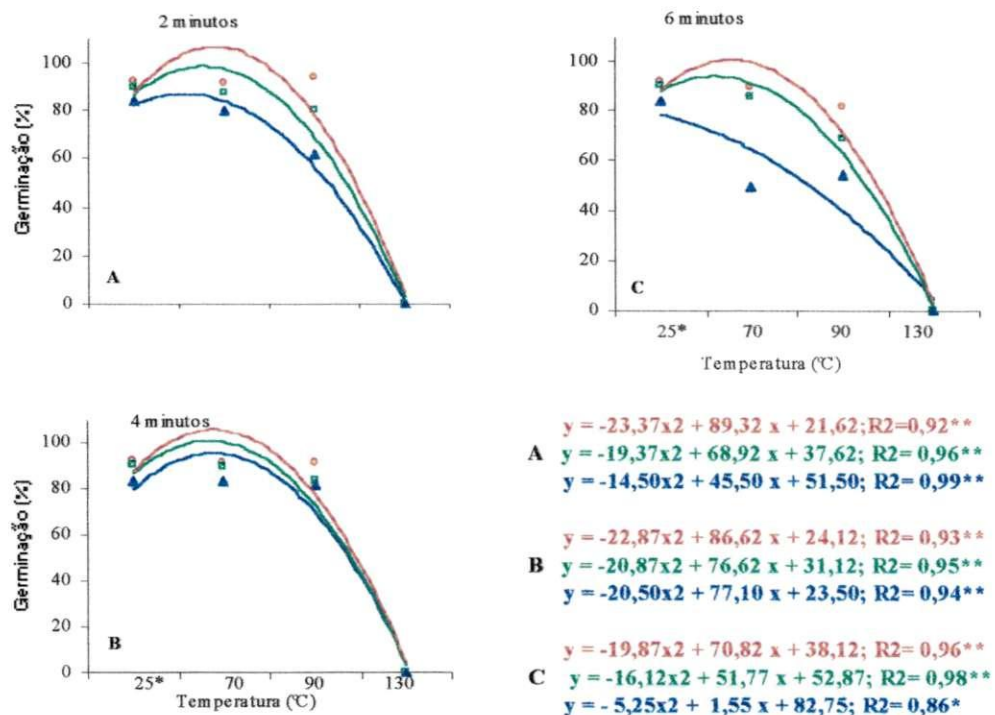


Figura 10. Germinação (%) do *Eucalyptus brassiana* em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45 g L<sup>-1</sup>) e três tempos de exposição

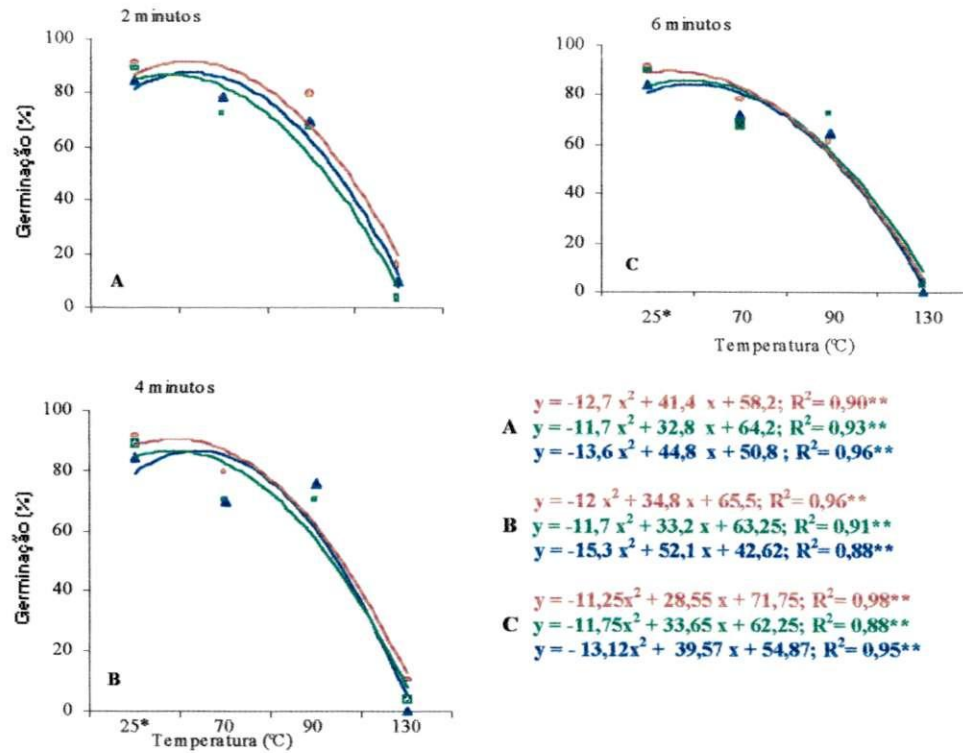


Figura 11. Germinação (%) do *Eucalyptus citriodora* em quatro temperaturas, em três concentrações de cinzas (• 15, ■ 30 e ▲ 45 g L<sup>-1</sup>) e três tempos de exposição

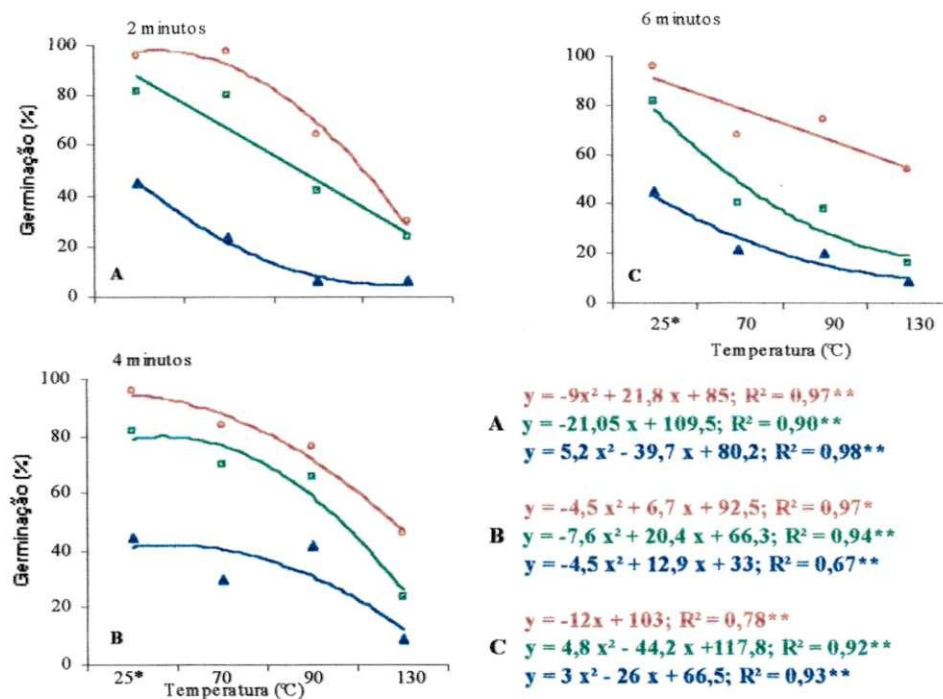


Figura 12. Germinação (%) do *Eucalyptus grandis* em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (• 15, ■ 30 e ▲ 45 g L<sup>-1</sup>) e três tempos de exposição



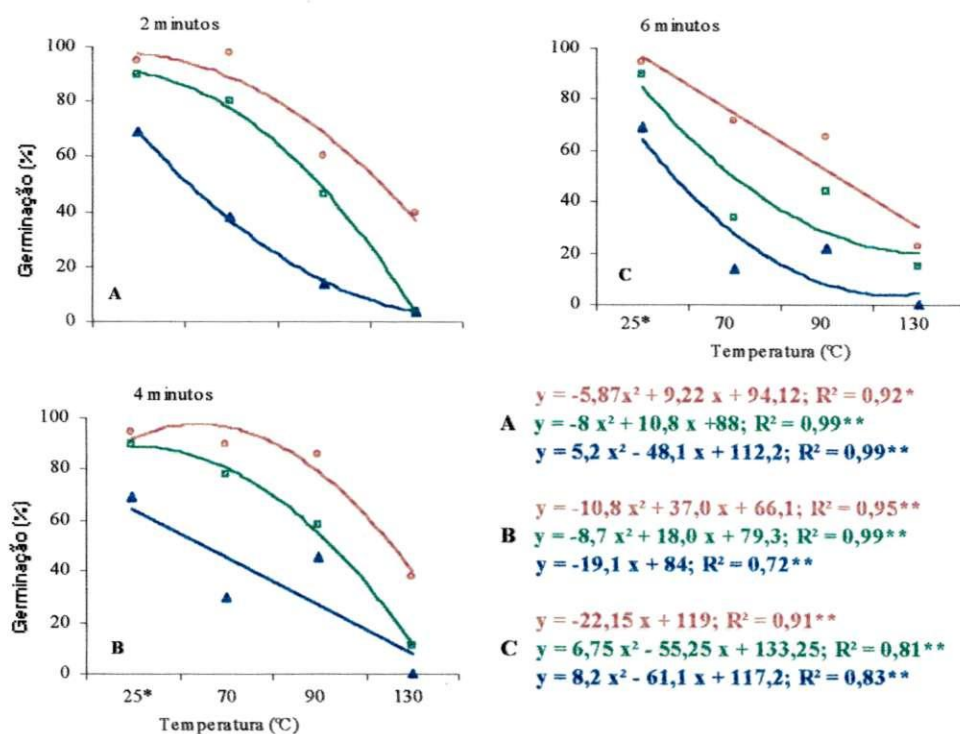


Figura 13. Germinação (%) do *Eucalyptus saligna*, em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (•15, ■ 30 e ▲45 g L<sup>-1</sup>) e três tempos de exposição

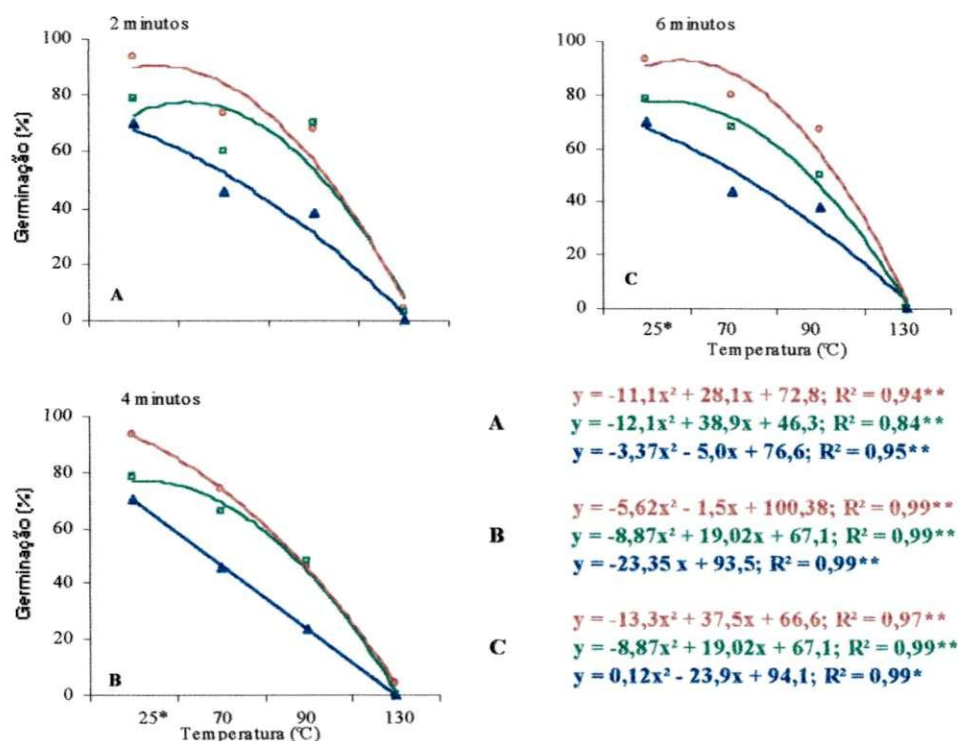


Figura 14. Germinação (%) do *Eucalyptus urophylla*, em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (•15, ■ 30 e ▲45 g L<sup>-1</sup>) e três tempos de exposição

UFCC - BIBLIOTECA



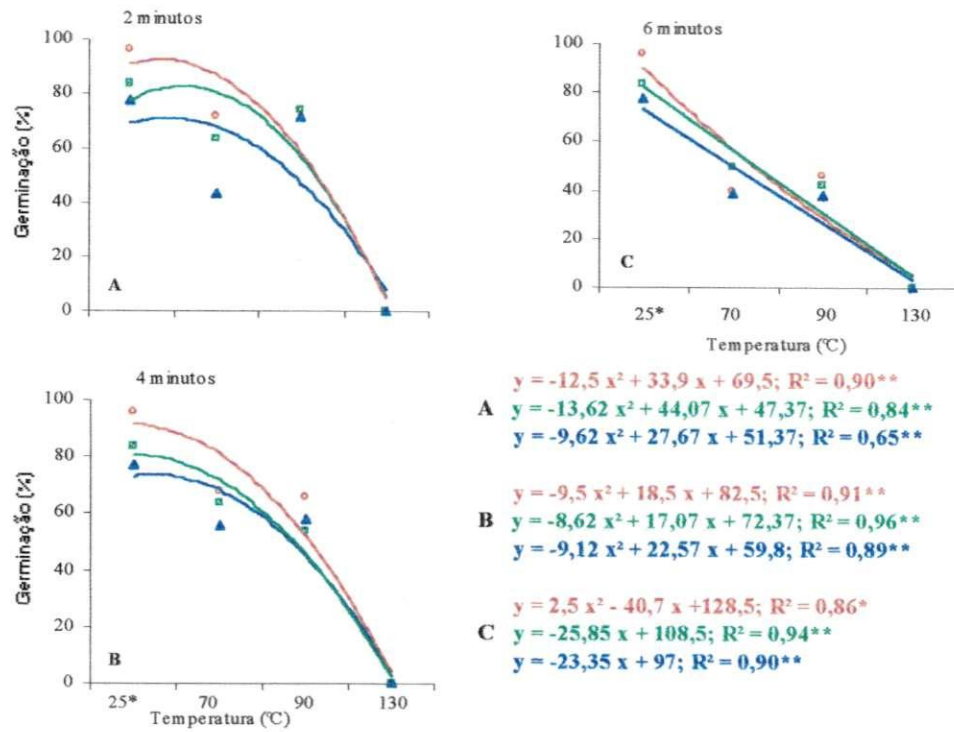


Figura 15. Germinação (%) do *Pinus caribaea*, em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45 g L<sup>-1</sup>) e três tempos de exposição

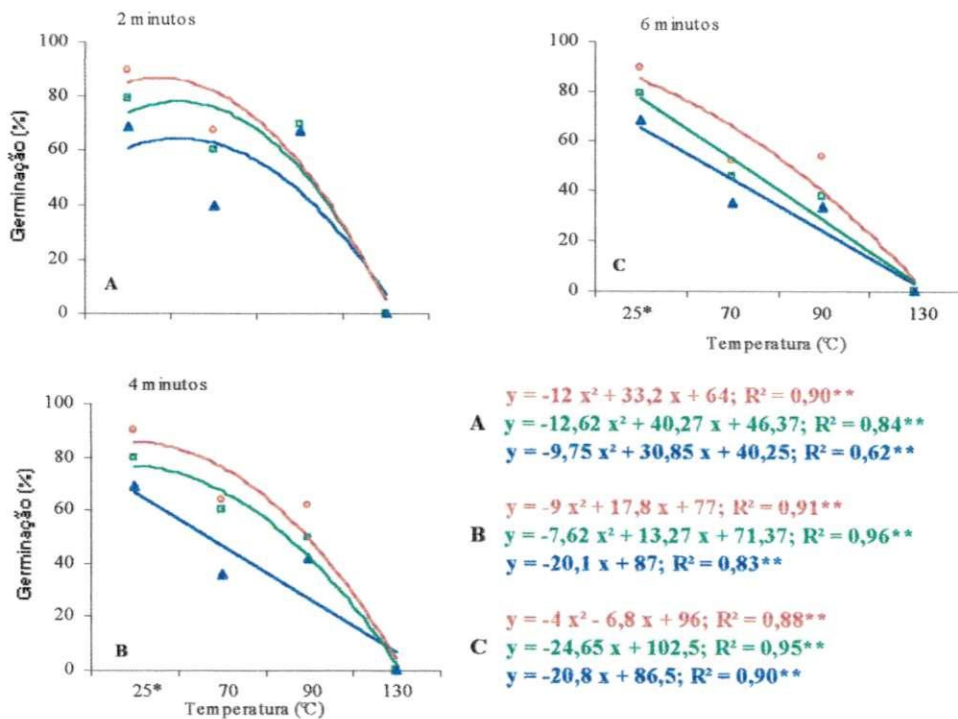
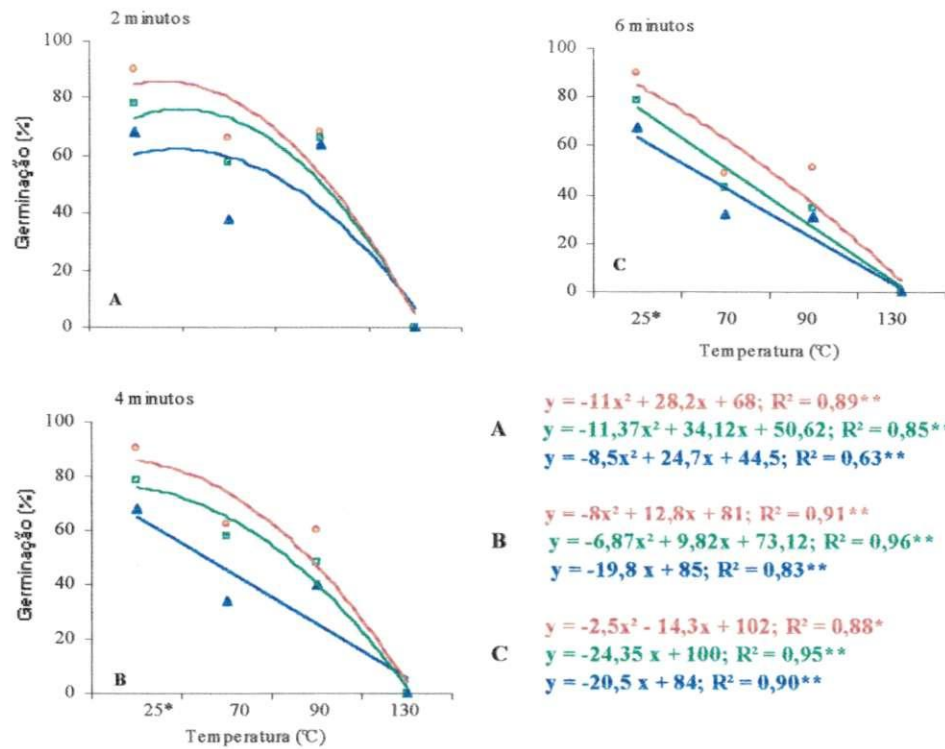


Figura 16. Germinação (%) do *Pinus elliotti* em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45 g L<sup>-1</sup>) e três tempos de exposição



UFCC - BIBLIOTECA

**Figura 17.** Germinação (%) do *Pinus taeda*, em quatro temperaturas, três concentrações de cinzas (● 15, ■ 30 e ▲ 45 g L<sup>-1</sup>) e três tempos de exposição

# *CONCLUSÕES*

## 5. CONCLUSÕES

1. Para a temperatura de 130 °C e tempo de exposição de 6 min a germinação dos *Pinus* foi uniforme (M = 19,9%) e a dos *Eucalyptus* variada, sendo de 1,5% a do *Eucalyptus urophylla*, 4,1% a do *E. brassiana*, 29,6% a do *E. citriodora*, 53,8% a do *E. saligna* e 56,0% a do *E. grandis*.
2. A germinação média das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus* diminuíram com o aumento da intensidade do calor a que foram submetidas e o tempo de exposição, sendo para as espécies estudadas até a temperatura de 110 °C de 65,0% para os *Eucalyptus* e de 59,9% para os *Pinus*, destaques para as espécies *Eucalyptus grandis*, *E. brassiana* e *Pinus caribaea*.
3. Os polinômios representaram satisfatoriamente os dados experimentais, da germinação dos *Eucalyptus* e *Pinus* frente à intensidade de calor e o tempo de exposição a este calor.
4. A germinação das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus* não foi afetada, quando estas foram submetidas a temperaturas menores e iguais a 50 °C.
5. A germinação para a intensidade de calor fornecida pelas temperaturas superiores a 50 °C, foi reduzida de forma crescente com o aumento da temperatura e do tempo de exposição das sementes aos choques térmicos, matando-as nas temperaturas superiores a 130 °C.
6. As sementes de *Eucalyptus brassiana* mostrou comportamento diferenciado frente às outras sementes do mesmo gênero com germinação diminuindo com o aumento da temperatura, mas aumentando com o passar do tempo de exposição.
7. O comportamento das sementes de *Pinus caribaea* é completamente diferente dos demais *Pinus* estudados (*P. elliotti* e *P. taeda*), sua germinação diminui a 50 °C, mas aumenta quando os choques ocorrem a temperaturas de 70, 90 e 110 °C aos 6 min de exposição, tornando-se nula a partir dos 4 min a 130 °C.
8. Os tratamentos térmicos aplicados em combinação com as concentrações de cinzas apresentaram redução na germinação de todas as espécies, inibindo-as completamente em tratamentos com adição de concentrações de cinzas maiores que 30 g L<sup>-1</sup>.

9. Os resultados obtidos indicam que o fogo não pode ser um agente potenciador na germinação das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus* estudados e as espécies não são plantas pirófitas.
10. Os resultados sugerem que as respostas adaptativas dos *Eucalyptus* e *Pinus* depois de sofrerem choques térmicos é específica.

# *SUGESTÕES*



## **6. SUGESTÕES**

Para futuros trabalhos nesta linha de pesquisa, recomenda-se:

- ✓ Simulação em campo com e sem adição de soluções de cinzas.
- ✓ Coletar as pinhas e submeter o fruto a varias intensidades de calor.
- ✓ Avaliar o efeito da germinação após uma criarmazenagem das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus*.

*REFERÊNCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS*

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AÑORBE, M.; GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M.; PÉREZ-FERNÁNDEZ, M.A.; FERNÁNDEZ-SANTOS, B. Influencia de la temperatura sobre la germinación de semillas de *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet y *Cytisus oromediterraneus*. **Riv. Mar. Oecologica** VII, p.85-100, 1990.
- AUER, C.G. Cancros em *Eucalyptus grandis*: relação entre a incidência e a qualidade de sitio, taxonomia da espécie valsa associada e sua patogenicidade comparada a *Cryphonectia arbenis*. ESALQ: Piracicaba, SP. 1991. 93 p. (Tese Doutorado).
- BARBERO, M.; BONIN, G.; LOISEL, R.F.; MIGLIORETTI, F.; QUÉZEL, P. Incidence of exogenous factors on the regeneration of *Pinus halepensis* after fires. **Ecologia Mediterranea**, Spain, v.13, p.40-51, 1987.
- BARNETT, J.P. Maturation of tree seeds. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREE, Starkville, 1978. Proceedings. Starkville, U.S. Forest service, 1979. p.206-217.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C.; LEAL, P. G. L. Fertilizing eucalypt plantations on the Brazilian savannah soils; **South African Forest Journal**, África do Sul, v.160, p.7-12, 1992.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C.C. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L. (ed.). **Ecology of Soil Seed Bank**, San Diego-Spain, Academic Press, 1989, p.53-66.
- BRANCO, E.F. Técnicas de plantio de *eucalipto*, suplemento agrícola, **Jornal de São Paulo**, São Paulo, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992, 365p.
- BRITS, G.J.; CALITZ, F.J.; BROWN, N.A.C. e MANNING, J.C. Desiccation as the active principle in heat-stimulated seed germination of leucospermum P. Br. (Proteaceae) in fynbos. **New Phytol**, v.125. p.397-403. 1993.
- CARPANEZZI, A.A. Benefícios imediatos da Floresta. In: SEMINÁRIOS SOBRE ATUALIDADES EM PROTEÇÃO FLORESTAL, Curitiba-PR. **Anais...** 2000.
- CASTRO, J.F.; BENTO, J.; REGO, F. Regeneration of *Pinus pinaster* Forest after wildfires. In: GOLDAMMER, J.G.; JENKINS, M.J. (ed.). **Fire in Ecosystem Dynamics**. SPB Academic Publishing, The Hague, Spain. p.71-75, 1990.
- CHRISTENSEN, N.L. Shrubland fire regimes and their evolutionary consequences. In: PICKETTES, S.T.A. e WHITE, P.S. (ed.). **The ecology of natural disturbance and patch dynamics**. 1985. p.85-100.

- CORNIDE, T.; DIAZ-VIZCAINO, E.; HERNÁNDEZ-NISTAL, J. e CASAL, M. Factores que influyen em la germinación de *Cytisus striatus* (Hill) y *Cytisus multiflorus* (L'Hér) Swwet. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MALHERBOLOGIA, A. Rigueiro y otros Editores. Tórculo artes Graficas, Santiago, **Anais...** p.109-115, 1993.
- DIAS, M.C.L. de; CROCHEMORE, M.L. **Avaliação da qualidade de sementes**. Londrina, PR: IAPAR, 1993. (IAPAR, Circular, 77).
- DIAS, M. del C.V.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M.J.C.; MOTTA, R.S.; ALENCAR, A.; GOMES, J.C.; ORTIZ, R.A. Relatório do Instituto de Pesquisa Ambiental (IPAM) em colaboração com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Centro de Pesquisa Woods Hole (WHRC), versão setembro – 2002.
- DELMY, A. Populasi biji jenis pioneer pada lantai hutan sekunder berbeda umur di Hutan Pendidikan Bukit Soeharto, Samarinda, East Kalimantan, 1996.
- EMBRAPA, Folha do Meio ambiente, ano 2, Ed. 108, Brasília-DF. Junho/2000, disponível <[www.cnpm.embrapa.br/projetos/queimadas](http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/queimadas)> acesso em. 20/05/2003.
- ESCUADERO, A. BARRERO, S.; PITA, J.M. Effects of high temperatures and ash on seed germination of two Iberian pines (*Pinus nigra ssp salzmannii*, *P. sylvestris* var. *ibericca*) **Ann. Science For**, n.54, p.553-562, 1997.
- FERNÁNDEZ, A.F.J. e RODRIGUEZ, A. El fuego y la respuesta de los macromicetos del suelo en pinares de *Pinus pinaster*, **Ait. Investigaciones agrarias**, España, v.1, n.2, 1992.
- FERREIRA, C.A.; GALVÃO, A.P.M. Importância de atividades florestal no Brasil. In: GALVÃO, A.P.M. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia: Colombo, PR: Embrapa Florestais, 2000, p.15-18.
- GARCIA, L. e GARCIA, M.P. La meteorologia y los incêndios forestales. **Hojas Divulgadoras**, España, del M. A. P. A., v.14, 1987.
- GARCIA, M.V.S. Probabilidad de germinación después de choques térmicos en los representantes Españoles Del género *Pinus*, Madrid- España, 105p. 1998. (Trabajo fin de carrera).
- GONZÁLEZ, E.R.; ANDRADE, A. de; BERTOLO, A.L.; CARNEIRO, R.T.; LAMDA, G.C.; DEFAVARI, V.A.P.; LABATE, M.T.V.; LABATE, C.A. Transformação genética do eucalipto. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n.26, p.18-22, 2002.
- GONZÁLEZ-RABANAL, F.; CASAL, M. Effect of high temperatures and ash on germination of ten species from gorse shrubland, **Vegetatio**, Spain, v.116, p.123-131,1995.
- GONZÁLEZ-RABANAL, F.; CASAL, M. Effect of thermal shock on germination of *Ulex europaeus* L. in wildfire-affected and unburnt soils. Fire in Mediterranean Ecosystems. In: TRABAUD e R. PRODON (Eds). Commission of the European Communities, Bruselas-Luxemburgo, 1993.
- HERRANZ, J.M.; FERRANDIS, P.; MARTINEZ-SÁNCHEZ, J.J. Influence of heat on seed

germination of seven Mediterranean *Leguminosae* species, **Plant Ecology**, Spain, v.136, p.95-103, 1998.

HERNANDO, B.S. Efecto Del fuego en la germinación de *Pinus sylvestris* L. y de *Pinus nigra* Arn. *Subsp. Salzmannii* (Dunal) Franco. Trabajo fin de carrera. 1997, Madrid-Spain. 81p.

KEELEY, J.E. Seed germination and life history syndromes in the California chaparral. **The Botanical Review**, California. v.57, p.81-116, 1991.

KEELEY, J.E.; ZEDLER, P.H. Reproduction of chaparral shrubs after fire: a comparison of sprouting and seeding strategies. **American Midland Naturalist**, n.99, p.142-161, 1978.

LAMONT, B.B.; Le MAITRE, D.C.; COWLING, R.M.; ENRIGHT, N.J. Canopy seed storage in woody plants. **Botany Review**, Australia. v.57, p.277-317, 1991.

LEITE, N.B.B. Reflorestamento industrial no Brasil: Uma Atividade Sustentável, São Paulo-SP. Agosto/2002. disponível em < [www.sbs.org.br](http://www.sbs.org.br) > acesso em.20/05/2003.

LEONHARDT, C.; ROMANO, L.R.; VOGEL, O.; CARDOSO, P.C. Situação da Produção de Sementes Florestais, UFPEL, Pelotas1993, disponível em <<http://members.tripod.com/agropage/floresta.html>> acesso em. 30/04/2003.

LIMA, G.S.A prevenção de incêndios florestais no estado de Minas Gerais. In: SEMINÁRIOS SOBRE ATUALIDADES EM PROTEÇÃO FLORESTAL, Curitiba-PR. **Anais...** 06 a 08/Nov./2000.

MALO, J.; SUÁREZ, F. *Cistus ladanifer* recruitment- not only fire but also deer. **Acta Oecology**, v.17, p.55-60, 1996.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J.; MARIN, A.; HERRANS, J.M.; FERRANDIS, P.; HERAS, J. Effects of high temperatures on germination of *Pinus halepensis* mill. And *Pinus pinaster* seeds in southeast Spain. **Vegetatio**, Spain, v.116, p.69-72, 1995.

MARTINS NETO, D.A. Germinação de sementes de pau-de-balsa (*Cochoma pyramidale* (Cav.) Urb.) – Bombacaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina: ABRATES v.16, n.2, p.159-162, 1994.

MAS, M.T. e VERDÚ, A.M.C. Effects of thermal shocks on the germination of *Amaranthus retroflexus*, **Seed Science and Technology**, Barcelona-Spain, v.30, n.2, p.299-310, 2002.

MORENO, J.M.; VÁZQUEZ, A.; PEREZ, B.; FARACO, A.M.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; QUINTANA, J.R.; CRUZ, A. Los incendios forestales en España y su impacto sobre los ecosistemas: lecciones del estudio de los montes de Gredos. **Avances en Fitosociología**, España, p.23-42, 1996,

NAKAGAWA, J.; MORI, E.S.; AMARAL, W.A.N. e MELLO, E.J. Envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classificados por tamanho, **Scientia Florestalis**, n.60, p.990-108, dez. 2001.

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNANDES, G.D. Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes, Informativo sementes IPEF-Abril, 1998.

NEÉMAN, G.; MEIR, NEÉMAN. The effect of ash on the germination and early growth of shoots and roots of *Pinus*, *Cistus* and *annuals*. **Seed Science and Technology**, Australia.v.21, p.339-349, 1993.

NAVEH, Z. The role of fire and its management in conservation of Mediterranean ecosystem and landscapes. In: MORENO, J.M.; OECHEL, W.C. (ed). **The Role of fire in Mediterranean-Type Ecosystems**, Berlin, Springer Verlag, 1994, p.163-186.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1996, 603p.

RABANAL, F.G.; CASAL, M. Effect of high temperatures and ash on germination of ten species from gorse shrubland. **Vegetatio**, Spain. v.116, p.123-131, 1995.

REYES, O.; BOEDO, M. El fuego como controlador de la germinación de *Cytisus striatus* y de *C. Multiflorus* y su aplicación agronómica, Santiago de Compostela, 1999. disponível em: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/ponencias/24.htm> acesso em: 30/04/2003.

REYES, O.; CASAL, M. Germination of *Pinus pinaster*, *P. radiata* and *Eucalyptus globulus* in relation to the amount of ash produced in forest fires, *Sciences florestières*, Spain n.55, p.837-845, **Anais...**1998.

SAMPAIO, O. B. E SOARES, R. V. Índices de perigo de incêndios florestais: metodologias para ajuste. In: SEMINÁRIOS SOBRE ATUALIDADES EM PROTEÇÃO FLORESTAL, Curitiba-PR. **Anais...**2000.

SBS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. 2001. Participação do Brasil no mercado internacional, disponível <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.html>>acesso em: 30/04/2003.

SHEARER, R.C. Maturation of Western larch cones and seeds. LISDA, Forest Service Research Paper, Ogden, Intermountain Forest and range experiment Station, INT-189. 1977, 15p.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, PB, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SOARES, R.V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. In: SEMINÁRIOS SOBRE ATUALIDADES EM PROTEÇÃO FLORESTAL, Curitiba-PR. **Anais...** 2000.

TAMBURÍ, P. Propuesta para evitar incendios florestalis. In: SEMINÁRIOS SOBRE ATUALIDADES EM PROTEÇÃO FLORESTAL, Curitiba-PR. **Anais...**2000.

TÁRREGA, R.; CALVO, L.; TRABAUD L. Effect of high temperatures on seed germination of two woody *Leguminosae*. **Vegetatio**, Spain. v.102, p.139-147, 1992.



- THANOS, C.A.; DASKALAKOU, E.N.; NIKOLAIDOU, S. Early post fire regeneration of a *Pinus halepensis* forest at Mt. Parnes, Attica, Greece, **Journal Vegetal Science**, n.7, p.273-280, 1996.
- THANOS, C.A.; MARCOU, S.; CHRITODOULAKIS, D.; YANNITSAROS, A. Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos island (Greece). **Acta Oecology. Plant**, v.10, p.79-94, 1989.
- THANOS, C.A.; SKORDILIS, A. The effects of light, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halepensis* and *P. brutia* seeds. **Seed Science and Technology**, v.15, p.163-174, 1987.
- TOOLE, U.K. Effects of light temperature and their interaction on the germination of seeds. **Seed Science and Technology**, França, v.1, p.393-396, 1973
- TRABAUD, L. Fire and survival traits in plants. In: TRABAUD, L. (ed). **The Role of Fire in Ecological Systems**. S.P.B. Academic Publishers, Alemanha. The Hague, 1987, p. 65-91.
- TRABAUD, L. MICHELS, C.; CROSMAN, J. Recovery of burnt *Pinus halepensis* Mill. Forests II. Pine reconstitution after wildfire, **For Ecology Monag**, v.13, p.167-179, 1985
- TRABAUD, L. Impact biologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigues du Bas-Languedoc. Thèse d'Etat, Universities, **Science Technology**. Languedoc, Montpellier, 1980.
- TRABAUD, L. Post-fire community dynamics in the Mediterranean basin. In: MORENO, J. M.; OCECHEL, W. C. (ed). **The Role of Fire in Mediterranean-Type Ecosystems**. Berlin, Springer-Verlag, p.1-15, 1994.
- TRABAUD, L.; OUSTRIC, J. Influence du feu sur la germination de semences de quatre especes ligneuses mediterranes a reproduction sexuee obligatoire. **Seed Science and Technology**, Franca. v.17, p.589-599, 1989.
- VALVERDE, S.R. A contribuição do setor florestal para o desenvolvimento socio-econômico: uma aplicação de modelos de equilibrio multissetoriais. UFV: Viçosa, MG, 105p, 2000, (Tese Doutorado).
- VANDENSEN, J.L.; BEAGLE, L.D. Judging ripeness of seeds in black hills ponderosa pines cones. IN: USDA, FOREST SERVICE RESEARCH NOTES, Ft Collins, Colorado, RM-235. 4 p. 1973.
- VÁZQUEZ, A. e MORENO, J.M. Sensitivity of fire occurrence to Meteorological Variables in Mediterranean and Atlantic areas of Spain. **Landscape and Urban Planning**, Spain, v.24, p.129-142, 1993.
- WELLS, P. V. The relation between mode of reproduction and extent of speciation in woody genera of the California chaparral, **Evolution**, California, v.23, p.264-267, 1969.

# *ANEXOS*

**Tabela 5.** Resumo do cálculo de umidade inicial das sementes

Espécies	Umidade inicial (%)
E <sub>1</sub> : <i>Eucalyptus brassiana</i>	7,77
E <sub>2</sub> : <i>Eucalyptus citriodora</i>	10,40
E <sub>3</sub> : <i>Eucalyptus grandis</i>	7,09
E <sub>4</sub> : <i>Eucalyptus saligna</i>	8,79
E <sub>5</sub> : <i>Eucalyptus urophylla</i>	8,50
P <sub>1</sub> : <i>Pinus caribaea</i>	7,99
P <sub>2</sub> : <i>Pinus elliotti</i>	9,15
P <sub>3</sub> : <i>Pinus taeda</i>	9,26

**Tabela 6.** Germinação (%) do *Eucalyptus brassiana* para interação Temperatura x Concentrações de cinzas e Temperatura x tempo

Temperatura	Concentrações de cinzas				Tempo de exposição			
	15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>	Médias	2 min	4 min	6 min	Médias
25 °C (T <sub>0</sub> )	92,50 aA	90,50 aAB	85,00 aB	89,33 a	89,33 aA	89,33 aA	89,33 aA	89,33 a
70 °C	91,33 aA	88,00 aA	70,66 bB	83,33 b	86,66 aA	88,00 aA	75,33 bB	83,33 b
90 °C	89,33 aA	77,66 bB	65,66 bC	77,55 c	78,66 bB	85,33 aA	68,66 cC	77,55 c
130 °C	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 d	0,00 cA	0,00 bA	0,00 dA	0,00 d

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (DMS<sub>coluna</sub> = 6,49) e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 5,91) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. %CV= 9,73, para concentração de cinzas e tempo de exposição, respectivamente.

**Tabela 7.** Germinação (%) do *Eucalyptus citriodora* para interação Concentrações de cinzas x tempo

Tempo	Concentrações de cinzas			Médias
	15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>	
2 min.	66,25 aA	58,25 aB	54,62 aB	59,70 a
4 min.	62,50 abA	58,25 aAB	57,62 aB	59,45 a
6 min.	58,75 bA	57,25 aA	55,37 aA	57,12 a
Médias	62,50 a	57,91 b	55,87 b	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (DMS<sub>coluna</sub> = 4,87) e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 4,87) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. %CV= 9,85

**Tabela 8.** Germinação (%) do *Eucalyptus grandis* para interação Temperatura x Concentrações de cinzas e Temperatura x tempo

Temperatura	Concentrações de cinzas				Tempo de exposição			
	15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>	Médias	2 min	4 min	6 min	Médias
25 °C (To)	96,00 aA	81,50 aB	45,00 aC	74,16 a	74,16 aA	74,16 aA	74,16 aA	74,16 a
70 °C	83,33 bA	63,33 bB	25,33 bC	57,33 b	67,33 bA	61,33 bB	43,33 bC	57,33 b
90 °C	71,33 cA	48,66 cB	22,66 bC	47,55 c	37,33 cC	61,33 bB	44,00 bB	47,55 c
130 °C	43,33 dA	21,33 dB	8,00 cC	24,22 d	20,00 dB	26,33 cA	26,33 cA	24,22 d

Medias seguida pela mesma letra minúscula (DMS<sub>column</sub> = 6,52) e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 5,93) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. %CV=12,03, para concentração de cinzas e tempo de exposição, respectivamente.

**Tabela 9.** Germinação (%) do *Eucalyptus saligna* para interação Temperatura x Concentrações de cinzas e Temperatura x tempo

Temperatura	Concentrações de cinzas				Tempo de exposição			
	15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>	Médias	2 min	4 min	6 min	Médias
25 °C (To)	94,50 aA	90,00 aA	69,00 aB	84,50 a	84,50 aA	84,50 aA	84,50 aA	84,50 a
70 °C	86,66 bA	64,00 bB	27,33 bC	59,33 b	72,00 bA	66,00 bB	40,00 bC	59,33 b
90 °C	70,33 cA	49,33 cB	1,33 cC	49,00 c	40,00 cB	63,33 bA	43,66 bB	49,00 c
130 °C	33,66 dA	10,00 dB	1,33 cC	15,00 d	16,00 dA	16,33 cA	12,66 cA	15,00 d

Medias seguida pela mesma letra minúscula (DMS<sub>column</sub> = 5,67) e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 5,16) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. %CV= 10,23, para concentração de cinzas e tempo de exposição, respectivamente.

**Tabela 10.** Germinação (%) do *Eucalyptus urophylla* para interação Temperatura x Concentrações de cinzas e Temperatura x tempo

Temperatura	Concentrações de cinzas				Tempo de exposição			
	15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>	Médias	2 min	4 min	6 min	Médias
25 °C (To)	93,50 aA	78,50 aB	70,50 aC	80,83 a	80,83 aA	80,83 aA	80,83 aA	80,83 a
70 °C	76,00 bA	64,66 bB	45,33 bC	62,00 b	60,00 bA	62,00 bA	64,00 bA	62,00 b
90 °C	60,33 cA	56,00 cA	33,33 cB	49,88 c	58,66 bA	39,33 cC	51,66 cB	49,88 c
130 °C	2,66 dA	0,00 dA	0,00 dA	0,88 d	1,33 cA	1,33 dA	0,00 dA	0,88 d

Medias seguida pela mesma letra minúscula (DMS<sub>column</sub> = 6,26) e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 5,70) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. %CV= 12,13, para concentração de cinzas e tempo de exposição, respectivamente.

**Tabela 11.** Germinação (%) do *Pinus caribaea* para interação Temperatura x Concentrações de cinzas e Temperatura x tempo

Temperatura	Concentrações de cinzas				Tempo de exposição			
	15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>	Médias	2 min	4 min	6 min	Médias
25 °C (To)	96,00 aA	83,50 aB	77,50 aC	85,66 a	85,66 aA	85,66 aA	85,66 aA	85,66 a
70 °C	60,00 bA	59,33 bA	46,33 cB	55,22 b	60,00 cA	62,66 bA	43,00 bB	55,22 b
90 °C	62,00 bA	55,00 bB	56,00 bB	57,66 b	73,33 bA	59,33 bB	40,33 bC	57,66 b
130 °C	0,00 cA	0,00 cA	0,00 dA	0,00 c	0,00 dA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 c

Medias seguida pela mesma letra minúscula ( $DMS_{\text{coluna}} = 6,22$ ) e maiúscula ( $DMS_{\text{linha}} = 5,66$ ) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. %CV= 11,74, para concentração de cinzas e tempo de exposição, respectivamente.

**Tabela 12.** Germinação (%) do *Pinus elliotti* para interação Temperatura x Concentrações de cinzas e Temperatura x tempo

Temperatura	Concentrações de cinzas				Tempo de exposição			
	15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>	Médias	2 min	4 min	6 min	Médias
25 °C (To)	90,00 aA	79,50 aB	69,00 aC	79,50 a	79,50 aA	79,50 aA	79,50 aA	79,50 a
70 °C	61,33 bA	55,33 bB	37,00 cC	51,22 b	56,00 cA	53,33 bA	44,33 bB	51,22 b
90 °C	62,00 bA	52,66 bB	48,00 bB	54,22 b	69,33 bA	51,33 bB	42,00 bC	54,22 b
130 °C	0,00 cA	0,00 cA	0,00 dA	0,00 c	0,00 dA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 c

Medias seguida pela mesma letra minúscula ( $DMS_{\text{coluna}} = 6,34$ ) e maiúscula ( $DMS_{\text{linha}} = 5,78$ ) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. %CV= 12,87, para concentração de cinzas e tempo de exposição, respectivamente.

**Tabela 13.** Germinação (%) do *Pinus taeda* para interação Temperatura x Concentrações de cinzas e Temperatura x tempo

Temperatura	Concentrações de cinzas				Tempo de exposição			
	15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>	Médias	2 min	4 min	6 min	Médias
25 °C (To)	90,00 aA	78,83 aB	68,00 aC	78,94 a	79,00 aA	79,00 aA	79,00 aA	78,94 a
70 °C	59,00 bA	53,00 bB	34,66 cC	48,88 b	54,00 cA	51,33 bA	41,33 bB	48,88 b
90 °C	59,66 bA	49,66 bB	45,00 bB	51,44 b	66,00 bA	49,33 bB	39,00 bC	51,44 b
130 °C	0,00 cA	0,00 cA	0,00 dA	0,00 c	0,00 dA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 c

Medias seguida pela mesma letra minúscula ( $DMS_{\text{coluna}} = 5,25$ ) e maiúscula ( $DMS_{\text{linha}} = 4,78$ ) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. %CV=10,99, para concentração de cinzas e tempo de exposição, respectivamente.



**Tabela 14.** Relação dos coeficientes de variação (CV%) resultante das análises de regressão para as espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*.

Espécies/tempos	Germinação	Germinação		
	(T x t)	(T x t x c)		
<i>Eucalyptus brassiana</i>		15 g L <sup>-1</sup>	30 g L <sup>-1</sup>	45 g L <sup>-1</sup>
2 min	3,11	5,16	8,12	8,92
4 min	3,84	9,55	11,27	5,03
6 min	1,96	9,67	10,03	18,83
<i>Eucalyptus citriodora</i>				
2 min	3,00	9,58	14,46	8,23
4 min	2,46	6,40	15,25	7,80
6 min	2,24	3,54	7,74	9,98
<i>Eucalyptus grandis</i>				
2 min	3,14	4,08	15,08	14,25
4 min	3,66	9,85	13,81	9,69
6 min	2,71	11,24	12,67	15,21
<i>Eucalyptus saligna</i>				
2 min	1,79	8,43	6,47	13,45
4 min	2,99	9,83	4,46	11,59
6 min	2,83	14,25	12,93	13,37
<i>Eucalyptus urophylla</i>				
2 min	2,85	10,50	6,15	6,47
4 min	2,33	13,20	17,25	6,31
6 min	2,59	12,36	14,80	11,99
<i>Pinus caribaea</i>				
2 min	1,70	7,98	3,41	15,31
4 min	1,66	10,90	12,69	9,70
6 min	2,10	12,58	15,72	17,15
<i>Pinus elliotti</i>				
2 min	1,74	8,71	3,61	16,75
4 min	2,07	11,80	13,50	17,28
6 min	2,42	9,57	16,87	19,22
<i>Pinus taeda</i>				
2 min	2,44	6,68	3,73	14,24
4 min	2,11	9,37	10,52	14,36
6 min	2,54	7,29	16,21	19,06

**Tabela 15.** Germinação (%) das sementes das espécies de *Eucalyptus* para interação Temperatura x Espécie e Temperatura x tempo

Temperatura	Espécies de <i>Eucalyptus</i> *					Médias	Tempo de exposição**			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>		2 min.	4 min.	6 min.	Médias
50 °C	87,33 aBC	79,33 aD	88,66 aAB	90,16 aA	86,33 aC	86,36 a	87,40 aA	85,90 aB	85,80 aB	86,36 a
70 °C	82,66 bC	72,66 bD	86,16 bB	89,83 aA	81,83 bC	82,63 b	82,30 bB	83,80 bA	81,80 bB	82,63 b
90 °C	77,83 cC	67,66 cD	83,83 cA	82,66 bA	80,50 bB	78,50 c	78,90 cA	79,60 cA	77,00 cB	78,50 c
110 °C	62,66 dB	61,00 dB	80,66 dA	78,83 cA	41,83 cC	65,00 d	62,00 dC	64,10 dB	68,90 dA	65,00 d
130 °C	4,16 eD	29,66 eC	56,00 eA	53,83 dA	1,50 dE	29,03 e	40,50 eA	26,40 eB	20,20 eC	29,03 e
150 °C	0,00 fC	0,00 fC	18,66 fA	13,33 eB	0,00 dC	6,40 f	8,70 fA	6,10 fB	4,40 fC	6,40 f

\* Médias seguida pela mesma letra minúscula (DMS<sub>coluna</sub> = 1,95) e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 1,86) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. CV% = 2,87

\*\* Médias seguida pela mesma letra minúscula (DMS<sub>coluna</sub> = 1,51) e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 1,24) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

E<sub>1</sub>= *Eucalyptus brassiana*, E<sub>2</sub>= *E. citriodora*, E<sub>3</sub>= *E. grandis*, E<sub>4</sub>= *E. saligna*, E<sub>5</sub>= *E. urophylla*.

**Tabela 16.** Germinação (%) das sementes das espécies de *Pinus* para interação Temperatura x Espécie e Temperatura x tempo

Temperatura	Espécie de <i>Pinus</i> *			Médias	Tempo de exposição**			
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		2 min.	4 min.	6 min.	Médias
50 °C	90,16 aA	88,50 aB	84,50 aC	87,72 a	89,83 aA	87,83 aB	85,50 aC	87,72 a
70 °C	89,83 aA	86,33 bB	83,00 bC	86,38 b	87,66 bA	86,16 bB	85,33 aB	86,38 b
90 °C	87,66 bA	83,16 cB	80,50 cC	83,77 c	85,16 cA	83,83 cB	82,33 bC	83,77 c
110 °C	66,16 cA	58,33 dB	55,16 dC	59,88 d	71,00 dA	51,33 dC	57,33 cB	59,88 d
130 °C	20,50 dA	19,83 cAB	19,33 cB	19,88 e	59,66 eA	0,00 eB	0,00 dB	19,88 e
150 °C	0,00 eA	0,00 fA	0,00 fA	0,00 f	0,00 fA	0,00 eA	0,00 dA	0,00 f

\* Médias seguida pela mesma letra minúscula (DMS<sub>coluna</sub> = 1,38 e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 1,13) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. CV% = 2,08

\*\* Médias seguida pela mesma letra minúscula (DMS<sub>coluna</sub> = 1,38) e maiúscula (DMS<sub>linha</sub> = 1,13) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

P<sub>1</sub>= *Pinus caribaea*, P<sub>2</sub>= *P. elliotti*, P<sub>3</sub>= *P. taeda*.

**Tabela 17.** Quadrado médio da análise de variância para germinação (%) das sementes de *Eucalyptus* e *Pinus*

Fontes de variação	<i>Eucalyptus</i>		<i>Pinus</i>	
	GL		GL	
Tratamentos				
Temperatura (T)	3	184824,12**	3	123552,60**
Tempo (t)	2	1926,98**	2	4510,89**
Cinzas (c)	2	40025,11**	2	6651,84**
Espécie (E)	4	5070,62**	2	1089,34**
T x t	6	910,91**	6	1725,21**
T x c	6	1189,27**	6	1105,79**
T x E	12	3800,33**	6	131,95**
t x c	4	169,67**	4	16,50ns
t x E	8	497,17**	4	63,63ns
c x E	8	3851,38**	4	161,66**
T x t x c	12	157,28**	12	149,21**
T x t x E	24	461,33**	12	41,56ns
T x c x E	24	298,49**	12	33,66ns
t x c x E	16	137,10**	8	47,53ns
T x t x c x E	48	122,54**	24	22,58ns
Resíduo	540	34,34	324	40,32
%CV		10,74		13,57

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

ns = não significativo