

TRABALHO DE PESQUISA / RESEARCH PAPER

INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DA CASCA DE *Eucalyptus torelliana* e *Eucalyptus tereticornis* SOBRE A VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO CÂMBIO DURANTE A OCORRÊNCIA DE UM INCÊNDIO FLORESTAL

José Luiz Gava¹
Maria Lúcia Ometto¹
Tania Maria Makiko Nibe¹
Fernando Seixas²

ABSTRACT - In this research the correlation between bark thickness of population of ***Eucalyptus torelliana*** and ***Eucalyptus tereticornis***, with approximately 7 yearold, and the time necessary to the cambium temperature reach 60°C (letal temperature) was studied. The results showed a linear correlation for both species studied. In a forest tire with similar characteristics, the ***E. tereticornis*** would present a greater number of trees that will reach the cambium letal temperature. The external characteristic of the bark, after a fire, is not a good parameter to evaluating cambium damage; the evaluation must consider the bark thickness.

RESUMO - Foi estudada a correlação entre a espessura da casca de populações de ***Eucalyptus torelliana*** e ***Eucalyptus tereticornis***, com aproximadamente 7 anos de idade, e o tempo necessário para que a temperatura cambial atinja 60°C - temperatura letal. Os resultados mostraram uma correlação linear para as duas espécies estudadas, porém em um incêndio florestal com características semelhantes, o ***E. tereticornis*** teria um maior número de árvores onde a temperatura letal atingiria o câmbio. A característica externa da casca, após um incêndio, não é um parâmetro seguro para se avaliar os danos causados ao câmbio; a avaliação deve considerar a espessura da casca.

INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais no Brasil causam sensíveis prejuízos aos setores produtivo e ambiental, sendo que cada região apresenta características distintas quanto às causas e tipos de incêndios.

Muitos estudos relacionados aos incêndios florestais têm procurado definir, como principais metas, as regiões de maior risco e estabelecer para estas regiões programas de prevenção de incêndios.

Outro ponto abordado é a época de ocorrência dos incêndios, o que, em termos práticos, identifica o período de maior risco no qual os sistemas de prevenção devem ser intensificados. Entretanto, poucos estudos têm buscado correlacionar as características

¹ Ex-alunos do Curso de Engenharia Florestal da ESALQ/USP;

² Professor do Departamento de Ciências Florestais - ESALQ/USP - Caixa Postal 9, 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil.

evolutivas das espécies florestais com resistência aos incêndios florestais, notadamente com espécies do gênero **Eucalyptus**.

Neste sentido, este trabalho estuda a influência da espessura da casca de duas espécies, **Eucalyptus torelliana** e **Eucalyptus tereticornis**, sobre o tempo necessário para que a temperatura no câmbio atinja 60°C, considerada letal à árvore (LARCHER, 1986).

REVISÃO DE LITERATURA

Os danos que os incêndios podem causar às espécies arbóreas, em florestas comerciais ou não, dependem de características ligadas ao incêndio e às suas adaptações evolutivas de resistência ao fogo.

Segundo SOARES (1985) os danos que o fogo pode causar em florestas comerciais são função, principalmente, da intensidade com que ele ocorre. Byram, citado por SOARES (1985), define intensidade do fogo como sendo a taxa de energia ou calor liberado por unidade de tempo e por unidade de comprimento da frente do fogo, sendo numericamente igual ao produto da quantidade de combustível disponível pelo seu calor de combustão e pela velocidade de propagação do fogo, como mostra a equação:

$$I = H.W. r$$

onde,

I = intensidade do fogo em kcal/m.s.

H = calor de combustão em kcal/kg (+ ou -4000 kcal/kg) do material seco.

W = peso do combustível disponível em kg/m².

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

Ainda, segundo o mesmo autor, a intensidade do fogo pode ser estimada através de sua relação com o comprimento médio das chamas. A equação que traduz essa relação é dada por:

$$I = 63,05 . hc^{2,17}$$

onde,

I = intensidade do fogo em kcal/m.s.

hc = comprimento das chamas em metros.

Os fatores que influenciam a intensidade do fogo também influenciam as temperaturas registradas em um incêndio, sendo que a maioria das pesquisas registram temperaturas máximas entre 600 e 800°C, embora elas possam às vezes ser interiores a 300°C ou superiores a 1000°C, em incêndios de baixa a alta intensidade, respectivamente (SOARES, 1984).

O desenvolvimento de adaptações ao fogo é marcante nas espécies vegetais. ENGEL (1992) lista várias características adaptativas das plantas ao fogo, dentre elas destaca cascas espessas, resistentes e persistentes, como ocorre com espécies de cerrado e algumas espécies de eucalipto. GOODLAND (1981) cita que em áreas de grande incidência

de fogo, o estrato arbustivo-arbóreo é mantido graças à seleção de espécies com casca grossa e suberosa, lignotuber e grande capacidade vegetativa.

Segundo Ferreira (1991), citado por SCHUMACHER (1992), o **Eucalyptus torelliana** é uma espécie característica de floresta fechada, pertencendo ao grupo de eucaliptos com casca grossa e que, plantada em povoamentos puros, apresenta sistema radicular predominantemente superficial. Já o **Eucalyptus tereticornis**, uma espécie de floresta aberta, pertence ao grupo dos eucaliptos com casca fina.

Essas características evolutivas são importantes para a sobrevivência das espécies que convivem com o fogo, uma vez que pode ocorrer elevação da temperatura dos tecidos vegetais ocasionando sua morte. LARCHER (1986) comenta que, via de regra, as plantas vasculares terrestres podem medrar numa ampla escala de temperaturas e se denominam euritêrmicas, sendo que, para essas plantas, em estado ativo, o âmbito de temperatura de sustentação da vida estende-se geralmente de -5°C a cerca de $+55^{\circ}\text{C}$. Ainda, segundo o mesmo autor, os limites de sobrevivência constituem-se nas temperaturas mais baixas e nas mais elevadas nas quais uma planta pode sobreviver, sendo feita uma distinção entre o limite de atividade e o limite de letalidade: quando o limite de atividade é ultrapassado, os processos vitais ativos diminuem, de modo reversível até uma taxa mínima; o protoplasma entra em estado de anabiose (com frio ou calor excessivos), o limite de letalidade o dano é permanente e a célula morre. UHL (1990) cita que, o limite de temperatura geralmente aceito como fatal para os tecidos das plantas é de 60°C .

Segundo ENGEL (1992), todo tecido vegetal apresenta uma temperatura letal que é inversamente proporcional ao tempo de exposição, sendo que o efeito das temperaturas elevadas implica principalmente na desnaturação de proteínas e desidratação dos tecidos, variando de acordo com a eficiência de estruturas e tecidos de proteção mecânica ou isolante térmicos, o que é função da espécie. Algumas das espécies de Eucalyptus, difundidas no Brasil - **Eucalyptus saligna**, **Eucalyptus tereticornis**, **Eucalyptus robusta** - apresentam excelente resistência ao fogo (SPELTZ, 1978). O fogo pode causar morte da planta também pela queima das raízes, principalmente de absorção, e pela destruição de gemas e do câmbio (ENGEL, 1992).

Segundo BRADLEY et al. (1992), o fogo pode danificar as árvores em diversos locais: danos nas copas, incluindo morte de brotos e folhas, danos ao tronco, danos ao câmbio, e danos à raiz (especialmente em espécies com raízes superficiais). Árvores de diferentes espécies variam com relação às características de resistência ao fogo: a maior parte da folhagem acima da região de risco, casca espessa etc.

Em florestas tropicais, como na Amazônia, as espécies não desenvolveram características para suportar a passagem de fogo, uma vez que sua ocorrência natural na região é pouco comum. UHL (1990), estudando a espessura da casca de algumas espécies da Amazônia e a temperatura cambial máxima atingida durante um incêndio, observou uma correlação inversa entre essas características. Segundo esse autora equação, que explica a variação da temperatura cambial máxima em função da variação da espessura da casca (FIGURA 1), prevê que temperaturas cambiais acima de 60°C (letais à planta) ocorrem para todas as árvores com espessura de casca menor do que 6,4 mm. Isso significa que 98% das árvores com DAP superior a 1 cm morreriam com a ocorrência de um incêndio de média intensidade, com duração de 1,5 minuto, pois têm espessura de casca menor do que 6,4 mm.

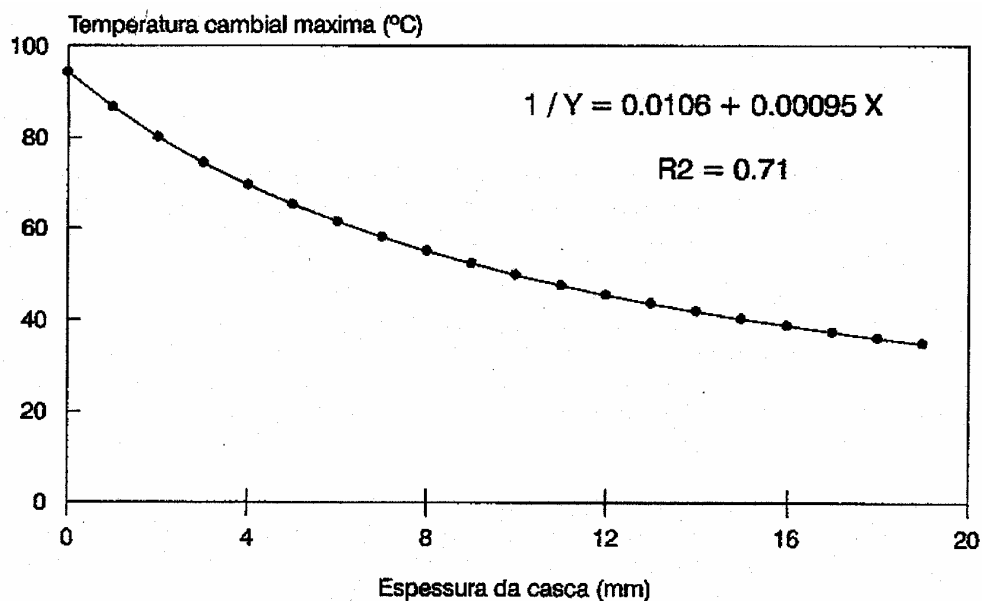


FIGURA 1. Variação da temperatura cambial máxima em função da espessura de casca de espécies arbóreas da Amazônia (UHL, 1990)

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do experimento foram escolhidas duas espécies de eucalipto: **Eucalyptus tereticornis** e **Eucalyptus torelliana**, ambas plantadas a Estação Experimental de Anhembi / SP e com aproximadamente 7 anos de idade.

Foram escolhidas 10 árvores de cada espécie, de forma a abranger a maior variação de diâmetro possível, e de cada árvore foram retiradas, com auxílio de um vasador, 6 amostras da casca na altura do DAP, totalizando, desta forma 60 amostras para cada espécie.

Após a coleta as amostras foram trazidas para o laboratório, procurando-se citar ao máximo a perda de umidade, onde 3 amostras de cada árvore foram pesadas e posteriormente secas em estufa para determinação do teor de umidade da casca, As amostras restantes -3 de cada árvore -foram utilizadas no experimento para se verificar a influência da espessura da casca no tempo de elevação da temperatura do câmbio para até 60°C.

Cada amostra foi colocada entre 2 placas de argila refratária e o conjunto foi colocado sobre um suporte de ferro. Sob o suporte foi instalado um bico de Bunsen que produziu uma chama pontual de 900°C, na parte externa da casca (FIGURA 2). Com o auxílio do pirômetro foi tomada a temperatura da parte interna da casca (câmbio), cronometrando-se o tempo necessário para que a temperatura atingisse 60°C (temperatura letal).

Terminada essa etapa foi feita uma análise estatística da correlação entre a espessura da casca e do tempo necessário para que a temperatura do câmbio atingisse 60°C, sendo testados os modelos linear e quadrático.

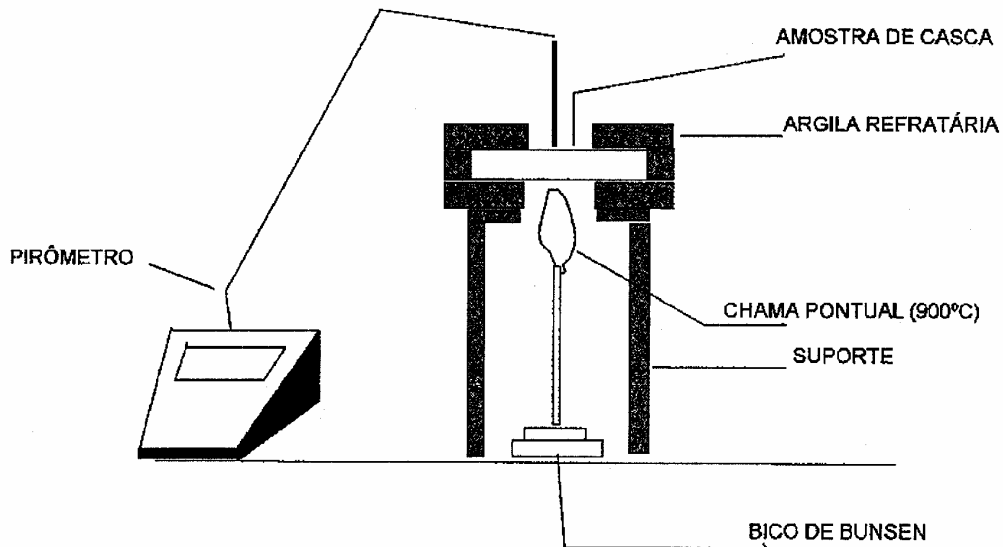


FIGURA 2. Esquema mostrando o conjunto montado para a realização do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As FIGURAS 3 e 4 apresentam, para **Eucalyptus torelliana** e **Eucalyptus tereticornis**, respectivamente, as retas mostrando a correlação linear existente entre o tempo para se atingir 60°C e a espessura da casca, durante um incêndio com temperatura, na superfície externa da casca, de aproximadamente 900°C.

Analisando as FIGURAS 3 e 4 é possível verificar um comportamento diferenciado das duas espécies com relação ao tempo necessário para se atingir a temperatura letal no câmbio. Como pode ser observado, “a inclinação da reta ajustada para o **Eucalyptus tereticornis** é menor. Isso sugere que, para um mesmo tempo de residência de um incêndio florestal, esta espécie teria um número maior de árvores, comparativamente ao **Eucalyptus torelliana**, onde ocorreria a temperatura letal no câmbio”. Por exemplo, como se observa nas FIGURAS 3 e 4, se o tempo de residência do incêndio fosse de 5 minutos toda a amplitude de espessura de casca do **Eucalyptus tereticornis** e, por conseguinte, todas as árvores da população amostrada atingiram a temperatura letal no câmbio. Já o **Eucalyptus torelliana** teria um número reduzido de árvores onde isso ocorreria, o que está relacionado ao fato desta espécie possuir uma amplitude de espessura de casca maior (QUADRO 1).

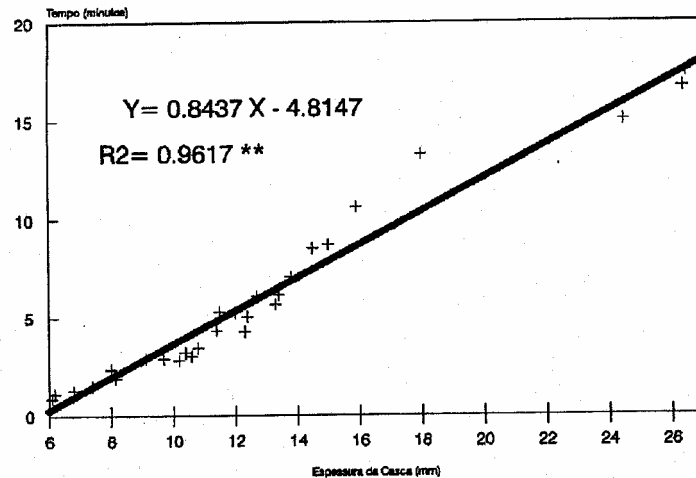


FIGURA 3. Curva representativa do tempo necessário para que a temperatura cambial do *Eucalyptus torelliana* atinja 60°C, em função da variação da espessura da casa.

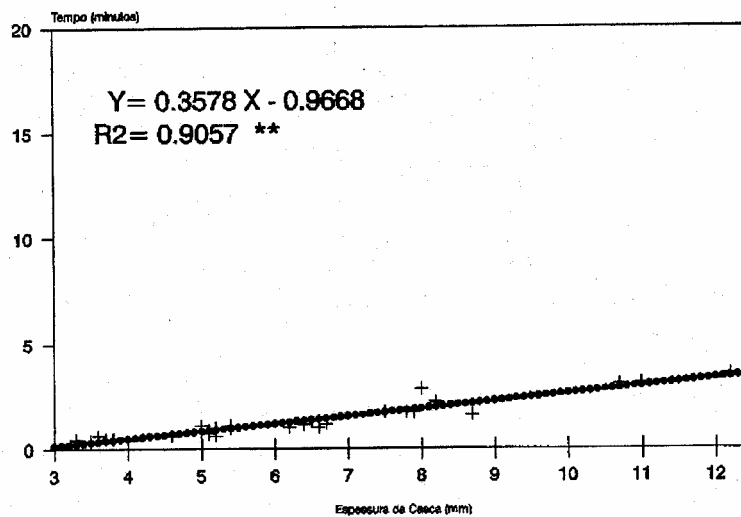


FIGURA 4. Curva representativa do tempo necessário para que a temperatura cambial do *Eucalyptus tereticornis* atinja 60°C, em função da variação da espessura da casca.

QUADRO 1. Amplitude de espessura de casca encontrada para as espécies estudadas.

| Espécie | <espessura (mm) | >espessura (mm) | Amplitude |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| <i>Eucalyptus tereticornis</i> | 3,3 | 12,2 | 8,9 |
| <i>Eucalyptus torelliana</i> | 6,1 | 26,5 | 20,4 |

Supondo um tempo de residência de um incêndio de 1,5 minuto para o ***Eucalyptus tereticornis***, obtém-se, através da equação, uma espessura mínima de 6,8 mm para que as árvores sobrevivam, o que é muito próximo do estimado por UHL (1990) para espécies nativas da região Amazônica. Já o ***Eucalyptus torelliana*** mostrou ser extremamente resistente à passagem do fogo, sendo que as árvores com as maiores espessuras de casca podem suportar a passagem do fogo por um tempo superior a 10 minutos, chegando mesmo a 20 minutos, sob temperatura de 900°C.

Embora a espécie de casca grossa proporcione ao câmbio uma maior segurança, é importante mencionar que após atingida a temperatura letal, ela se mantém por maior tempo pois, em termos absolutos, seu teor de água é maior, fazendo com que uma maior quantidade de calor seja armazenada e que, conseqüentemente, um maior tempo seja necessário para liberá-lo.

Outro aspecto interessante observado foi a característica apresentada pela casca após a ação do fogo (FIGURA 5). No caso das cascas mais finas a temperatura letal no câmbio é atingida mesmo com a casca não apresentando lesões acentuadas na parte externa. O contrário ocorre com as cascas mais grossas, ou seja, estas apresentam grandes lesões mesmo com a temperatura cambial abaixo da letal. Tais características podem dar a falsa impressão, ao se analisar as árvores de casca grossa após um incêndio, de que estas, por estarem com a casca extremamente danificada, tenham pouca probabilidade de sobrevivência, o que pode proporcionar erros na avaliação. Da mesma forma, em se tratando de árvores de casca fina, pode-se atribuir alta probabilidade de sobrevivência às árvores pelo fato de terem a casca pouca danificada, também proporcionando erros na avaliação visual.

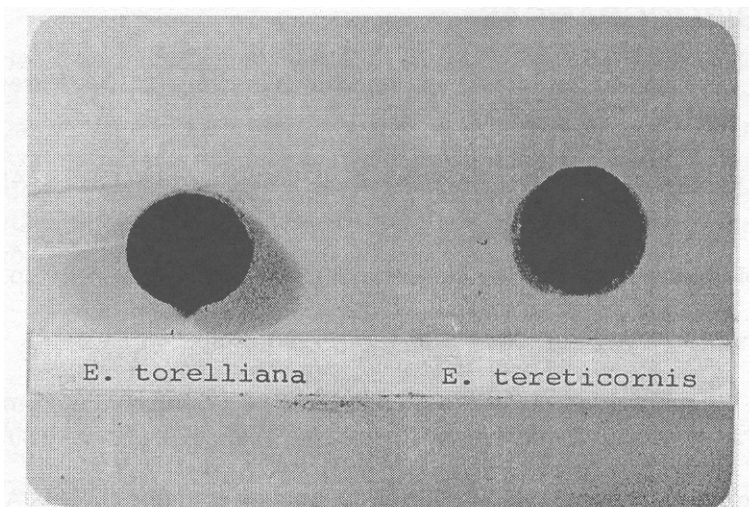


FIGURA 5. Amostras de casca de *Eucalyptus torelliana* e *Eucalyptus tereticornis* após exposição à chama com temperatura de 900°C.

Os valores médios de umidade das amostras de casca, assim como os coeficientes de variação e desvio padrão são apresentados no QUADRO 2. Esses valores mostram que o ***Eucalyptus torelliana*** apresenta maior umidade e que a variação de umidade entre as amostras é muito baixa.

QUADRO 2. Parâmetros estatísticos de umidade (%) para as amostras de casca

| Espécie | Média | Desvio Padrão | C.V. |
|--------------------------------|-------|---------------|------|
| <i>Eucalyptus tereticornis</i> | 60,96 | 2,05 | 2,36 |
| <i>Eucalyptus torelliana</i> | 66,05 | 1,20 | 1,70 |

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem as seguintes conclusões:

1 - As espécies estudadas apresentam um comportamento diferenciado quanto à temperatura atingida no câmbio durante um incêndio florestal, em função da espessura da casca.

2 - A inclinação da reta ajustada para o *Eucalyptus tereticornis* é menor do que a ajustada para o *Eucalyptus torelliana*, mostrando que, para um mesmo tempo de residência de um incêndio florestal com características semelhantes, a primeira espécie teria um número maior de árvores onde o câmbio teria a temperatura letal.

3 - A característica externa da casca após um incêndio não é um parâmetro seguro para se avaliar os possíveis danos causados ao câmbio; a avaliação deve levar em consideração a espessura da casca.

AGRADECIMENTO

Ao Setor de Química, Celulose e Energia do Depto. de Ciências Florestais/ESALQ/USP, pelas sugestões e apoio logístico para a montagem do sistema de mensuração da temperatura da casca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADLEY, A.F. et al. - Fire ecology of forests and woodlands in Utah. **USDA. Forest Service. INT general technical report**, Ogden (287): 1-128, jun.1992.

ENGEL, V.L. - O fogo e a vegetação. In: ENCONTRO SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 1, Botucatu, 1992. (não publicado).

GOODLAND, R. - **Ecologia do cerrado**. Belo Horizonte, Itatiaia/EDUSP, 1981. 193p.

LARCHER, W. - **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo, EPU, 1986. 339p.

SCHUMACHER, M.V. - **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulenses*, *E. grandis* e *E. torelliana***. Piracicaba, 1992. 87p. (Tese-Mestrado- ESALQ).

SOARES, R.V. - **Prevenção e controle de incêndios florestais**. Curitiba, CAPES/ABEAS, 1984. 160p.

SPELTZ, G.E. -Incêndio florestal: resistência de algumas espécies. **Silvicultura**, São Paulo, 2(10): 29-371 jul./ago.1978.

UHL, C. - Os caminhos do fogo na Amazônia. **Ciência hoje**, Rio de Janeiro, 11(65): 24-32, ago. 1990.

Trabalho recebido = 30/08/1993

Trabalho aceito = 16/03/1995