

## Atuação da espessura da casca de duas espécies florestais sobre a resistência ao tempo de letalidade do câmbio.

*Bark thickness performance from two forest species on the cambium lethality time resistance.*

**Ademilson Coneglian**  
**Stephany Diolino Cunha**  
**Pedro Henrique França Grupioni**  
**Edla Lopes Silva**  
**Fernando Timóteo da Silva**  
**Vitor de Oliveira Santiago**

Universidade Estadual de Goiás – UEG – Campus Ipameri – Goiás - Brasil

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo analisar a influência da espessura da casca, sobre o tempo de letalidade do câmbio (60 °C) de *Eucalyptus urophylla* (híbrido GG100) e *Acacia mangium* Willd. aos 7 anos de idade, plantados em solo vermelho-amarelo do cerrado com espaçamento de 3 x 3 m. Foram selecionadas dez árvores de cada espécie e distribuídas em duas classes diamétrica: 21 – 24 e 24 – 27 cm na altura do DAP, totalizando cinco indivíduos para cada classe diamétrica. Das árvores selecionadas foram retiradas amostras da casca na forma de painéis. Determinou-se o tempo necessário para que a temperatura do câmbio alcançasse 60 °C (temperatura letal). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão. *A. mangium* apresentou uma espessura de casca, 12,9 mm e o tempo de resistência à exposição à temperatura letal do câmbio (60°C) foi de 7 min., e o *E. urophylla* (GG100), com espessura de casca, de 7,6 mm, e um tempo de exposição 3 min.

### Abstract

This work's objective was to analyze the influence of bark thickness on *Eucalyptus urophylla* (GG100 hybrid) and *Acacia mangium* Willd. (60 °C) lethality time at 7-years-old, planted in cerrado with 3 x 3 m. ten trees of each forest species were selected and distributed in two diametric classes: 21 – 24 and 24 – 27 cm in DBH position, totaling five individuals each class. From the selected trees samples of the bark were removed in the form of panels. The time required for the cambium temperature reaches 60 °C (lethal temperature) was determined. Data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and regression analysis. *Acacia mangium*, who presents a larger bark thickness, 12.9 mm, has the longest resistance to exposure to the lethal cambium temperature (60 °C), being 7 min., and *Eucalyptus urophylla* (GG100 hybrid), which obtain a lower thickness of bark, 7.6 mm, presents the shortest exposure time, 3 min.

### Palavras-chave

Temperatura letal.  
Transferência de calor.  
*Eucalyptus urophylla* (híbrido GG100). *Acacia mangium*.

### Keywords

Lethal temperature. Heat transfer. Bark. *Eucalyptus urophylla* (GG100 hybrid). *Acacia mangium*.

## 1. Introdução

Os incêndios florestais são definidos como um fogo descontrolado, que se espalhou rapidamente através da vegetação, consumindo vários tipos de materiais altamente inflamáveis, como folhas, galhos gravetos e restos de materiais lenhosos, tornando-se uma das vertentes que influenciam diretamente na velocidade de propagação, na intensidade do incêndio florestal e na liberação da quantidade de gases responsáveis pelo efeito estufa (White e Ribeiro, 2011; White e White, 2016).

Embora os incêndios de baixa gravidade sejam classificados como benéficos para a regeneração natural, as mudanças climáticas e os fatores antrópicos influenciaram a frequência e a gravidade dos grandes incêndios (Cardil, Molina e Kobziar, 2014). Sendo que atualmente grande parte dos mesmos é provocada de forma intencional, com o intuito de aumentar as áreas agrícolas e pecuárias (Moctezuma et al., 2015). Entretanto, em plantios florestais o cuidado com o fogo deve ser maior, uma vez que as árvores demandam mais tempo para se desenvolver, faz-se necessária uma adoção de práticas de silvicultura preventiva, para reduzir os riscos de incêndios florestais e em ecossistemas associados (Rodrigues et al., 2012; Kovalsky et al., 2016).

Desse modo, a opção mais eficaz das árvores para proteção contra incêndios florestais é a casca, por ser um excelente isolante térmico (Vale et al., 2009; Pausas, 2015; Roselli, 2016 e Pausas et al., 2017), no qual, evita a exposição física do cambium vascular, sujeito à infestação e proliferação de fungos, bactérias e insetos, o maior dano provocado na vegetação após um incêndio florestal é a exposição física do cambium vascular, sujeito à infestação e proliferação de fungos, bactérias e insetos nesta região (Coneglian et al., 2014; Coneglian et al., 2018 e Molina et al., 2018).

A mortalidade do câmbium vascular ocorre quando submetido à exposição de uma temperatura letal de 60°C, por um determinado tempo em regiões da base da árvore, ocasionando perecimento de células, impedindo assim o fluxo de seiva (Soares e Batista 2007; Vale e Elias; 2014; Coneglian et al., 2014 e Coneglian et al., 2018). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da espessura da casca sobre o tempo de letalidade do câmbium (60°C) de duas espécies florestais, *Eucalyptus urophylla* (GG100) e a *Acacia mangium* Willd., ambas aos 7 anos de idade.

## 2. Material e métodos

### *Coleta do Material*

A coleta das amostras foi realizada na área experimental da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, Figura 1 (Coordenadas geográficas 17° 43' 19" latitude S e 48° 09' 35" longitude W), altitude de 764 m. O município de Ipameri está localizado na região sudeste do estado de Goiás, onde o clima é classificado como Aw (tropical estacional) com precipitação anual de aproximadamente 1600 mm, sendo caracterizado por duas estações bem definidas, uma seca no inverno e uma chuvosa no verão, com temperatura média de 23° C e solo predominante Latossolo vermelho amarelo (Alvares et al., 2013 e Santos et al., 2013).



**Figura 1:** Localização do experimento Ipameri-GO. A) Área do plantio do *Eucalyptus urophylla* (GG100) e B) Área do plantio *Acacia mangium*.

Foram escolhidas 10 árvores de *Eucalyptus urophylla* (GG100) e *Acacia mangium*, distribuídas em duas classes diamétricas de 21 | 24 e 24 | 27 cm respectivamente, em plantios comerciais, com espaçamento de 3 x 3 metros.

Com auxílio de ferramentas de corte, foram retiradas duas amostras da casca de cada árvore na forma de painéis com tamanhos aproximados de 10 x 11 cm até atingir o câmbio vascular da árvore. Ambas as amostras foram removidas no diâmetro da altura do peito (DAP), ou seja, em torno de 1,30 metros.

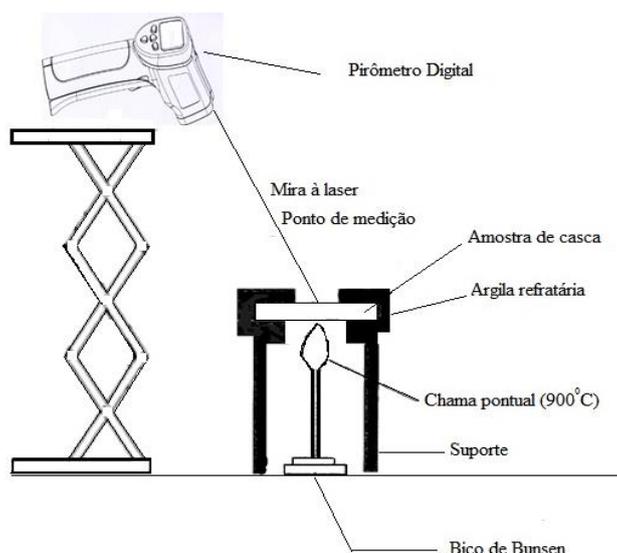
Imediatamente após a coleta, as amostras foram identificadas, acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao Laboratório de Produtos Florestais e Bioenergia da Universidade Estadual de Goiás - Campus Ipameri, para a realização dos ensaios.

Ambos os painéis foram utilizados para determinação da espessura com auxílio de um paquímetro digital. No entanto, apenas um painel foi submetido ao calor (fogo) há um tempo necessário para que a temperatura do câmbio atingisse 60°C. Esse tempo foi medido em intervalos de cinco segundos por cinco segundos e posteriormente foi realizada uma média das temperaturas em ambas as espécies.

O painel que não foi submetido ao fogo foi pesado em uma balança de precisão de 0,1 g para obter o peso úmido, e em seguida foi acondicionado em sacos de papel e levados a estufa com circulação de ar de 65 °C até atingir peso constante.

#### *Determinação do tempo e do sistema de transferência de calor*

Cada amostra foi apoiada entre duas placas de argila refratária e o conjunto foi colocado sobre um suporte de ferro. Abaixo dessa estrutura foi instalado um bico de Busen que produziu uma chama pontual de 900° C, na parte externa da casca como demonstrado na Figura 2. Com o auxílio de um pirômetro digital apoiado sobre uma base fixa, foi observada a temperatura da parte interna da casca (câmbio), cronometrando o tempo necessário para a temperatura atingir 60°C (temperatura letal), seguindo a metodologia proposta por Gava et al. (1995) com adaptações.



**Figura 2:** Ilustração do conjunto de equipamentos utilizados na realização do experimento

#### *Análise Estatística*

Depois de verificados os pressupostos de normalidade e de homogeneidade de variâncias residuais dos dados, eles foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão para verificar qual espécie possui maior resistência a exposição no calor.

### **3. Resultados e discussões**

O tempo de letalidade está diretamente relacionado com a espessura da casca como apresentado na Tabela 1. Em que, a exposição da temperatura letal de 60 ° C no centro das amostras das cascas foram superiores há 3 minutos em ambas as espécies.

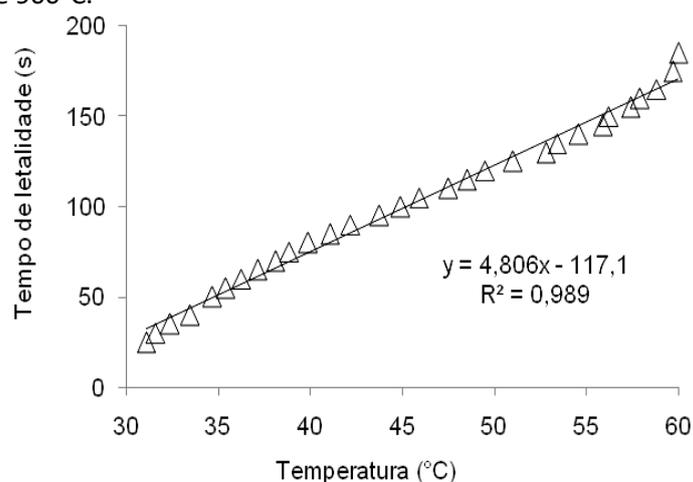
**Tabela 1.** Tempo de letalidade e classes diamétricas do *Eucalyptus urophylla* (GG100) e *Acacia mangium*.

<i>Eucalyptus urophylla</i> (GG100)		<i>Acacia mangium</i>	
Classe diamétrica21 - 24cm		Classe diamétrica21 - 24cm	
Espessura (mm)	Tempo (min' s'')	Espessura (mm)	Tempo (min' s'')
7,30	2' 26''	9,60	6' 28''
5,65	2' 19''	11,15	5' 15''
6,85	3' 07''	11,25	5' 24''
7,30	2' 00''	11,50	6' 49''
6,40	3' 09''	11,52	6' 48''
<b>6,70*</b>	<b>2' 52'' *</b>	<b>11,00*</b>	<b>6' 30''</b>
Classe diamétrica24 - 27cm		Classe diamétrica24 - 27cm	
8,35	3' 09''	14,50	8' 00''
8,80	3' 12''	11,75	7' 30''
8,45	2' 29''	13,70	5' 19''
8,60	2' 18''	17,55	9' 38''
8,40	3' 21''	16,50	7' 42''
<b>8,52*</b>	<b>3' 09'' *</b>	<b>14,81*</b>	<b>7' 45'' *</b>

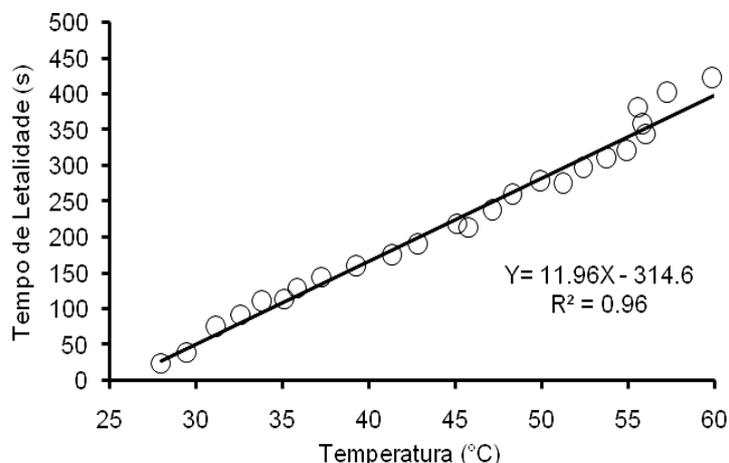
\*média

Os indivíduos analisados de *Eucalyptus urophylla* (GG100) e *Acacia mangium* aferiram um tempo médio de exposição de 3 e 7 minutos respectivamente, no qual, o valor da *Acacia mangium* apresentou ser 130 % mais resistente a incidência do calor sobre o cambium, quando comparado com *Eucalyptus urophylla* (GG100).

As Figuras 3 e 4 apresentam em seu comportamento um modelo linear e uma correlação positiva entre as variáveis respostas, tempo de letalidade em função da temperatura, durante a ocorrência de um incêndio florestal com temperatura na superfície externa da casca, de aproximadamente 900°C.

**Figura 3.** Análise de regressão do tempo de letalidade em função da temperatura de *Eucalyptus urophylla* (GG100).

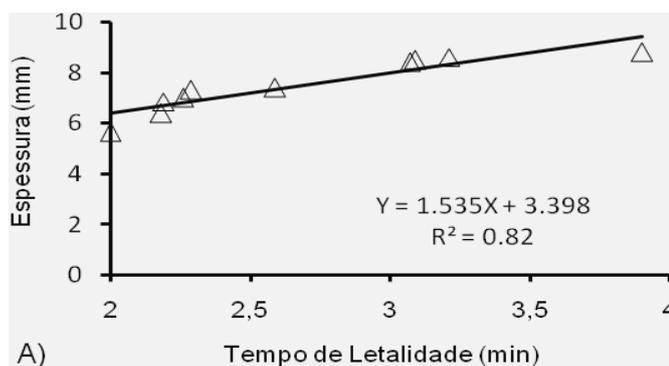
Podemos observar um comportamento diferenciado das duas espécies florestais com relação ao tempo necessário para se atingir a temperatura letal no cambio e uma inclinação da reta maior do *Eucalyptus urophylla* (GG100), quando comparado com o ajuste da *Acacia mangium*.

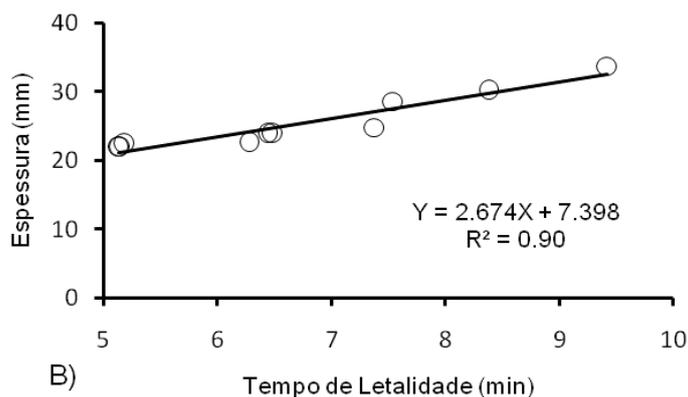


**Figura 4.** Análise de regressão do tempo de letalidade em função da temperatura de *Acacia mangium*.

O tempo de letalidade em relação à exposição ao fogo está diretamente relacionado à espessura de casca e a inflamabilidade desse material, como referenciado por Pausas et al., (2017). Essa condição é essencial para identificar os impactos do fogo com a eventual mortalidade das árvores, sendo válido ressaltar que tais fatores estão relacionados à atividade fisiológica da vegetação, que é muito influenciada pela estação do ano (Dehane et al., 2017).

Analisando as espessuras de casca do *Eucalyptus urophylla* (GG100) e da *Acacia mangium* em função do tempo de letalidade, ocorreu um ajuste de regressão linear crescente como apresentado na Figura 5.



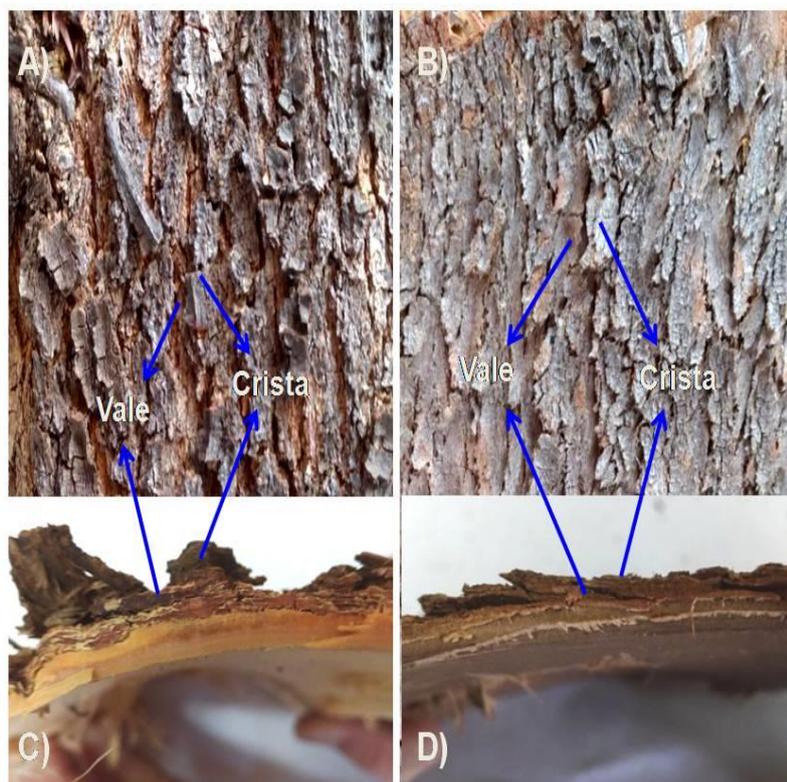


**Figura 5.** Análise de regressão da espessura da casca em função do tempo de letalidade do cambio. A) *Eucalyptus urophylla* (GG100) e B) *Acacia mangium*.

Na medida em que aumentou a espessura da casca das espécies, observou-se uma maior resistência ao calor. Para as espécies de *Eucalyptus urophylla* (GG100) e *Acacia mangium* as maiores espessuras e tempo observado foram de 8,8 mm e 3,21min e de 17,55 mm e 9,38min, respectivamente. Confirmando desse modo, que a *Acacia mangium* em condições de um incêndio florestal, apresenta maior resistência quando comparado ao *Eucalyptus urophylla* (GG100).

Esses dados apresentados anteriormente estão em consonância aos encontrados por outros autores. Gava et al. (1995) estudaram *Eucalyptus tereticornis* Sm. com espessuras de 3,3 mm tempo médio 3 min e *Eucalyptus torelliana* F.Muell., espessura de casca 12,2 mm e 6 minutos a temperatura letal, indicando que tais espécies apresentam baixa resistência a incêndios florestais. Vale et al. (2009) estudando *Vochysia thyrsoidea*, concluíram que e quanto maior a espessura da casca maior é o tempo para que se alcance a temperatura letal do câmbio. Vale e Elias (2014) estudaram três espécies florestais do cerrado, *Sclerolobium paniculatum* (carvoeiro), *Pterodon pubescens* (sucupira) e *Vochysia thyrsoidea* (gomeira), e o *Eucalyptus grandis*, com espessura de casca de 13,3mm (7,23min.), 19,17mm (14,58min.), 22,00mm (8,21min.) respectivamente e eucalipto com 16,65mm (15,76min.). Catryet al. (2013) avaliando *Eucalyptus globulus* com espessura de casca de 11,00 mm, definiram uma espécie resistente a incêndio florestal.

Dessa forma, de acordo com os resultados, é possível certificar que a *Acacia mangium* apresenta maior variabilidade na arquitetura da casca quando comparada com *Eucalyptus urophylla* GG100, que é formada por cristas e vales como apresentado na Figura 6.



**Figura 6.** Arquitetura e reentrância das cascas de duas espécies florestais. **A)** Vista frontal da casca de *Acacia mangium*, **B)** Vista frontal da casca *Eucalyptus urophylla* (GG100), **C)** Vista superior da casca *Acacia mangium* e **D)** Vista superior da casca de *Eucalyptus urophylla* (GG100).

A arquitetura da casca da *A. mangium* difere muito da casca do *E. urophylla* (GG100), por apresentar maior reentrâncias, vales (voltados baixo em contato com a chama do ensaio) e cristas existentes na estrutura da casca. Essa variabilidade entre crista e vale na estrutura da casca, não apresentam correlação significativa entre o coeficiente de rugosidade e o tempo necessário para atingir a temperatura letal do cambio confirmado na literatura, em estudos conduzidos por Vale et al. (2014) ao avaliar quatro espécies lenhosas, concluíram que a arquitetura da casca, ou seja, o aumento da área da casca exposta ao fogo não teve influência significativa na proteção da mesma contra o aumento da temperatura, por outro lado, em geral, o aumento da espessura da casca promove maior nível de proteção do cambio.

A inconstância no coeficiente de rugosidade (diferença entre crista e vale da casca) de *Acacia mangium*, vai ao encontro do que é apresentado por Silva et al. (2018). Neste estudo, os autores, observaram a grande distinção entre a espessura de casca da *Acacia mangium* cultivada em monocultivo e em sistemas consorciados. No monocultivo a casca apresentou espessura três vezes maior, pois, quando plantada em espaçamentos mais adensados, a espécie produz uma quantidade superior de casca como resposta ao estresse e a competição.

Como mencionado, a espessura da casca tem resistência à passagem de calor para o câmbio, em que, muitas vezes, o efeito da espessura pode ser maior do que a umidade e a densidade, tornando um fator importante na preservação do câmbio e consequentemente da árvore (VALE et al., 2009). Adstrito a essas informações, os valores médios de umidade das amostras de casca por classe diamétrica e espécies florestais estudadas, estão apresentado na Tabela 2, constatando-se valores de coeficientes de variação e desvio padrão muito baixo, indicando um conjunto de dados homogêneo.

**Tabela 2.** Parâmetros estatísticos de umidade (%) em diferentes classes diamétricas de *Eucalyptus urophylla* (GG100) e *Acacia mangium* W.

Espécie Florestal	Teor de Umidade (%)	Desvio Padrão	CV
<b>Classe diamétrica</b> <i>GG 100</i> 21 – 24cm	65%	2,25	2,86
<b>Classe diamétrica</b> <i>GG 100</i> 24 – 27cm	73%	2,30	3,40
<b>Classe diamétrica</b> <i>Acacia mangium</i> 21 – 24cm	105%	1,25	2,10
<b>Classe diamétrica</b> <i>Acacia mangium</i> 24 – 27cm	113%	1,45	2,50

Os teores de água na casca *Acacia mangium* variaram de 105 a 113%, valores mais altos, quando comparados com os 65 a 73% da casca de *Eucalyptus urophylla* (GG100). O teor de água na casca de *Eucalyptus urophylla* (GG100) variou de 65 a 73%, estão em consonância aos dados apresentados por Antezana-Vera e Marengo (2008), com teores de água na casca oscilando de 45 a 60% entre as espécies florestais, *Rinorea paniculata* (Mart.) Kuntze (falsa-cupiúba); *Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith (castanha-jarana) e *Protium Decandrum* (Aubl.) Marchand (breu-vermelho), típicas de uma floresta de terra firme da Amazônia. Já para a espécie em estudo a *Acacia mangium* o teor de água na casca oscilou entre 105 a 113%, onde são semelhantes aos resultados de 103,18% de teor de água da casca de *Vochysia thyrsoidea*, descritos por Vale et al (2009). Todavia, houve uma variabilidade no teor de água na casca entre as classes diamétricas e as espécies estudadas, não influenciada de forma significativa no tempo de elevação da temperatura letal do cambio, como evidenciado por Vale et al (2009).

#### 4. Conclusões

As espécies florestais *Eucalyptus urophylla* (GG100) e a *Acacia mangium* Willd. apresentam resistência ao incêndio florestal, com valores médios de espessura de 7,6 e 12,9mm e o tempo de resistência a temperatura letal (60°C) de 3 e 7 minutos respectivamente. Desse modo, as espécies florestais com maior espessura de casca, são mais tolerantes à exposição ao calor em incêndios florestais.

#### Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. Stuttgart, vol. 6, p. 711-728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ANTEZANA-VERA, S. A., MARENCO R. A. Teor de umidade da madeira e da casca e crescimento de três espécies arbóreas numa floresta de terra-firme da Amazônia central. **INPA (2007)**. Disponível em: [https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3008/1/pibic\\_inpa.pdf](https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3008/1/pibic_inpa.pdf) Acesso em: 10 junho de 2017.

3. CARDIL, A., MOLINA, D., KOBZIAR, L., 2014. Extreme temperature day and their potential impacts on southern Europe. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 14, p. 3005–3014, 2014. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-14-3005-2014>.
4. CATRY, F. X., MOREIRA F., TUJEIRA R., JOAQUIM S. S. Sobrevivência e regeneração pós-incêndio de *Eucalyptus globulus* em plantações florestais em Portugal. *Para Ecol Manage* 310: 194–203, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.036>
5. CONEGLIAN, A.; BARBOZA, F. S.; COSTA, D. B.; PEREIRA, I. M.; INTERAMNENSE, M. T.; Danos do fogo causados a um povoamento de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, em Ipameri-GO. **Agrarian Academy.** v.5, n.9, p. 347, 2018. [https://doi.org/10.18677/Agrarian\\_Academy\\_2018a34](https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2018a34)
6. CONEGLIAN, A.; BIAZI, L. D. P.; BARROS, S. M.B.; PEREIRA, PEREIRA.; I. M. Avaliação de Danos Causados por Incêndio Florestal em Plantios de *Acacia mangium* Willd., utilizados na Estabilização de Voçoroca. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal.** v.23, n.1, 2014.
7. DEHANE, B.; MADRIGAL, J.; HERNANDO, C., BOUHRAOUA, R., GUIJARRO, M. New benches-scale protocols for characterizing bark flammability and fire resistance in trees: application to Algerian cork. **Journal of Fire Sciences.** v. 33, n.3, p.202–217, 2017. <https://doi.org/10.1177/0734904114568858>
8. GAVA, J. L.; OMETTO, M. L.; NIBE, T. M. M.; SEIXAS, F. 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. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF).** n.48-49, p.126-132, 1995.
9. KOVALSYKI, B.; TAKASHINA, I. KIYOSHI.; T. A.; T, A. FRANÇA, B, A. Carlos. Inflamabilidade de espécies arbóreas para uso em cortinas de segurança na prevenção de incêndios florestais. **Pesquisa florestal brasileira.** v. 36, n. 88, p. 387-391, 2016. <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.88.991>
10. MOCTEZUMA, M. Á. L.; TREJO, D. A. R; CORTÉS, F. S.; CHÁVEZ, V. A. S.; SÁNCHEZ, D. G. TOLERANCIA AL FUEGO EM *Quercus magnoliifolia*. **Revista Árvore.** v. 39, n. 3 p. 523-533, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000300013>
11. MOLINA, J. R.; PRADES, C.; LORA, A.; SILVA, F. R. *Quercus suber* cork as keystone trait for fire response: A flammability analysis using bench and field scales. **Forest Ecology and Management.** v. 429, n. 1. p. 384-393, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.07.041>
12. PAUSAS, J. G. Bark thickness and fire regime: another twist. **New Phytologist Trust.** v.213, 13–15, 2017. <https://doi.org/10.1111/nph.14277>
13. PAUSAS J. G. Bark thickness and fire regime. **Functional Ecology.** v. 29, p.315–327, 2015. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12372>
14. RODRÍGUES, M. P. R.; SOARES, R.V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; SIERRA, C. A. M.; RODRÍGUEZ, Y. C. Ajuste e desempenho dos índices de perigo de incêndios Nesterov,

- FMA e FMA na empresa florestal Macurije, Cuba. **Floresta**. n.4, p. 651-660, 2012. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i4.28659>
15. ROSELL, J. A. Bark thickness across the angiosperms: more than just fire. **New Phytologist**. v. 211, p. 90–102, 2016. <https://doi.org/10.1111/nph.13889>
  16. SILVA, C. L.; ROLDÃO, B. C.; SANTOS, L. D. T.; HEIN, P. R. G. Lenho e Casca de *Eucalyptus* e *Acacia* em Plantios Monoespecíficos e Consorciados. **Floran (Floresta e Ambiente)**. p. 25-36, 2018. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.081914>.
  17. SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A. V. LUMBRERAS, J. F. COELHO, M.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013, 353 p.
  18. SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: Ronaldo Viana Soares e Antônio Carlos Batista Editores Autônomos, v.1, p. 250, 2007.
  19. VALE, A. T.; CARDOSO, T. B.; PEREIRA, R. S.; MARTINS, I. S. Influência das propriedades da casca de *Vochysia thyrsoidea* na transferência de calor para o câmbio. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Garça, Ano VIII. n.13, 2009.
  20. VALE, A. T.; ELIAS, P. S. Nível de Proteção Térmica da Casca de Quatro Espécies Lenhosas e a Relação da Arquitetura da Casca com a Transferência de Calor. **Ciência Florestal**. n.4, p. 977-985, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-509820142404017>.
  21. WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente e Água**. v. 6, n. 1, p. 148-156, 2011. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.180>
  22. WHITE, B. L. A, WHITE, L. A. S. Queima das Controladas e Incêndios Florestais no Estado de Sergipe, Brasil, entre 1999 e 2001. **Floresta**. v. 46, n. 4, p. 561 - 570, 2016. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v46i3.47036>.