

Capítulo 2 - DOI:10.55232/1083003.2

**BIOPRESERVANTES OBTIDOS DAS FOLHAS DE
CORYMBIA CITRIODORA PARA A PRESERVAÇÃO DA
MADEIRA DE EUCALYPTUS SP.**

**Silvia Tereza Alves Evaristo, Talita Baldin, Patrick da Cruz Silva, Sâmara
Magdalene Vieira Nunes, Edy Eime Pereira Baraúna e Fernando Colen**

RESUMO: Os extratos de plantas podem ser uma alternativa sustentável no controle de agentes biodeterioradores da madeira. Objetiva-se neste trabalho avaliar o desempenho de extratos naturais das folhas de *Corymbia citriodora*, como alternativa para a preservação da madeira de *Eucalyptus* sp. Foi calculada a perda de massa e o desgaste visual após simulador de campo. Extratos das folhas de *C. citriodora* contêm citronelol, uma excelente propriedade de repelência a microrganismos deterioradores da madeira.

Palavras-chave: Preservação da madeira; simulador de campo; extrativos; produtos naturais.

INTRODUÇÃO

A madeira é um material de origem orgânica e, por isso, dependendo das condições ambientais a que seja submetida, irá sofrer deterioração por agentes biológicos (Vivian et al., 2020). Em contato direto com a umidade e com o solo, a madeira estará sujeita à rápida degradação causada por fungos e térmitas. Estudos registram em ambientes externos a ocorrência de bactérias já na primeira semana de exposição (MORESCHI, 2013). Nestes casos só há duas possibilidades de contornar tal problemática: ou se utiliza espécies de alta resistência natural, ou se submete a madeira a tratamentos preservativos.

Espécies com elevada resistência natural atualmente são escassas, o que trouxe a luz necessidade da utilização de outras menos duráveis, principalmente as de rápido crescimento provenientes de reflorestamentos, como as do gênero *Eucalyptus*. Sendo assim, o uso de preservativos se torna indispensável quando se deseja aumentar a vida útil destas madeiras.

A *Corymbia citriodora* é particularmente uma espécie apreciada pelo aroma agradável que libera de suas folhas, também considerado potencialmente alelopático e mecanismo de defesa contra patógenos, pragas, herbívoros e outras plantas (Tomaz et al., 2014). Comprovada a eficácia dos extratos de folhas de *C. citriodora* como atividade inseticida, antifúngica e antimicrobiana (Tomaz et al., 2014; Singh et al., 2012; Filomeno et al., 2017) desperta-nos a curiosidade científica se este potencial pode ser também estendido à agentes decompositores da madeira.

Adota-se a hipótese de que os preservativos naturais obtidos das folhas de *Corymbia citriodora* apresentem resultados satisfatórios quando comparados com o químico industrial CCB no tratamento de madeiras do gênero *Eucalyptus*. Dessa forma, o uso de soluções naturais de baixa toxicidade poderá ser uma alternativa aos tratamentos convencionais.

Diante disso, objetiva-se avaliar o desempenho de extratos naturais das folhas de *Corymbia citriodora* obtidos em diferentes metodologias de preparo, como alternativa para a preservação de madeiras de *Eucalyptus sp.*

MATERIAL E METODOS

Foram coletadas folhas de diferentes partes da copa de três árvores adultas de *Corymbia citriodora*, no campus da UFMG, em Montes Claros, MG. Os tratamentos

seguiram uma concentração de 1 g de soluto (folhas) para 15 g de solvente (água destilada). A preparação dos tratamentos foi por meio da hidrodestilação das folhas, aqui chamados de extratos, em diferentes metodologias de preparo: no Tratamento 2 – T2 foram pesadas 200g de folhas, maceradas a mão e cobertas com 3000ml de água destilada (Figura 1), o preparo foi levado para ferver a 100° C, e, após início da fervura, permaneceu por 30 minutos. Outra parte das folhas úmidas foram trituradas em moinho tipo Willy em peneira com granulometria de 10 mesh (Figura 2), posteriormente pesadas 200g e imersas em 3000ml de água e conservadas em geladeira a uma temperatura de 2° C por seis dias e então coado (Tratamento 3 – T3). Outras 200g de folhas moídas em moinho Willy foram fervidas em 3000ml de água destilada por 30 minutos (Tratamento 4 – T4) e, para o preparo do Tratamento 5 –T5, 200g de folhas maceradas a mão foram emersas em 3000ml de água e a solução conservada em geladeira por seis dias e coada. Todos os extratos foram armazenados em vidrarias e acondicionados em geladeira a temperatura de 2° C por dois dias até o início da impregnação. Adicionalmente, foi utilizada a solução comercial de CCB (cromo, cobre e boro) no tratamento T1.



Figura1: Folhas trituradas em moinho tipo Willy

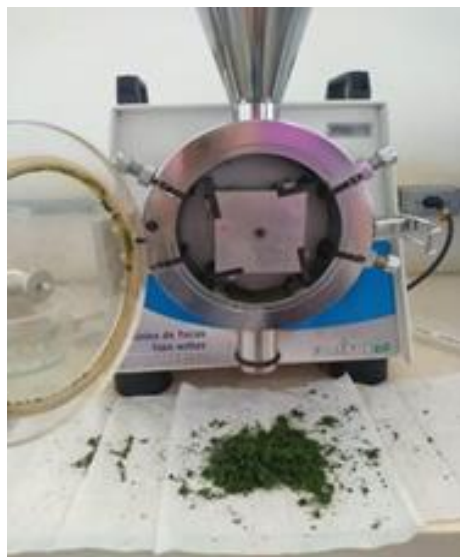


Figura 2: Folhas trituradas em moinho tipo Willy

Na confecção dos corpos de prova da madeira foram utilizadas toras basais de três árvores de *Eucalyptus* e produzidos seis corpos de prova de 1,5x1,5x20 cm para cada tratamento, sem distinção entre cerne e alburno. Os corpos de prova foram levados à estufa até estabilizados a umidade de equilíbrio em cerca de 13%. A impregnação dos tratamentos na madeira de *Eucalyptus sp* foi realizada em bomba de vácuo, utilizando a metodologia descrita pela American Wood Protection Association - AWP A E10-12 (American Wood Protection Association, 2014). As amostras de madeira foram colocadas em um dessecador e submetidas a um vácuo inicial de 660 mm Hg (26 in Hg) por 30 minutos, para retirar o ar do interior das amostras. Transcorrida essa etapa, a solução contida em um balão volumétrico foi liberada, e então mais duas aplicações de vácuo de 30 min de duração foram realizadas para a impregnação máxima do material (Figura 3). Cada impregnação utilizou aproximadamente 2000 ml da solução de tratamento.



Figura 3: A impregnação dos tratamentos na madeira em bomba de vácuo.

Os corpos de prova foram parcialmente soterrados em simuladores de campo com solo argiloso de pH 5 (Simulador 1); de textura média com pH 4,5 (Simulador 2); e arenoso com pH 5,1 (Simulador 3). Nos simuladores as amostras de madeira foram parcialmente soterradas (2/3 do comprimento), em distribuição aleatória, sendo duas repetições por tratamento, totalizando 12 corpos de prova por simulador. Para manter a umidade do solo próxima da capacidade de campo, os simuladores foram umedecidos quinzenalmente, onde permaneceram por 180 dias. Para avaliar a eficiência dos tratamentos contra organismos biodeterioradores após simulador de campo, foram realizadas as avaliações da perda de massa (equação 1) e desgaste visual.

$$PM = \left(\frac{mi-mf}{mi} \right) \times 100$$

PM = Perda de massa, em %; mi = Massa inicial seca a 103° C (após tratamentos e antes de colocar no simulador), em g; mf = Massa final seca a 103° C (após a retirada do simulador), em g.

Com base nos resultados, classificou-se o material ensaiado de acordo com os intervalos de perda de massa média apresentados na Tabela 1.

Classes de resistência	Perda de massa (%)	Massa residual (%)
Muito Resistente (MR)	0-10	90-100
Resistente (R)	11-24	76-89
Resistência Moderada (RM)	25-44	56-75
Não Resistente (NR)	≥ 45	≤ 55

Tabela 1: Classe de resistência dos corpos de prova de madeira a microrganismos deterioradores, após simulador de campo. Adaptada da norma ASTM D 2017 (2005).

Tipo de Desgaste	Nota
Sadio, permitindo escarificações superficiais	10
Ataque superficial	9
Ataque moderado, havendo penetração	7
Ataque intensivo	4
Falha, havendo ruptura dos corpos de prova	0

Tabela 2: Desgaste provocado pelos micrororganismos do solo nos corpos de prova, após simulador de campo. Adaptado da norma ASTM D 3345 (1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a figura 4, a maior perda de massa ocorreu nos corpos de prova da testemunha (T0) e no tratamento com as folhas de *Corymbia citriodora* trituradas em moinho e imersas em água (T5). Estes tratamentos, inclusive, são classificados como resistentes de acordo com a classe de resistência. A madeira tratada com CCB (T1) apresentou menor perda de massa e classificação como muito resistente. Já T2, T3 e T4 não diferiram nem da maior, nem da menor perda de massa e se enquadram como muito resistentes (Tabela 3).

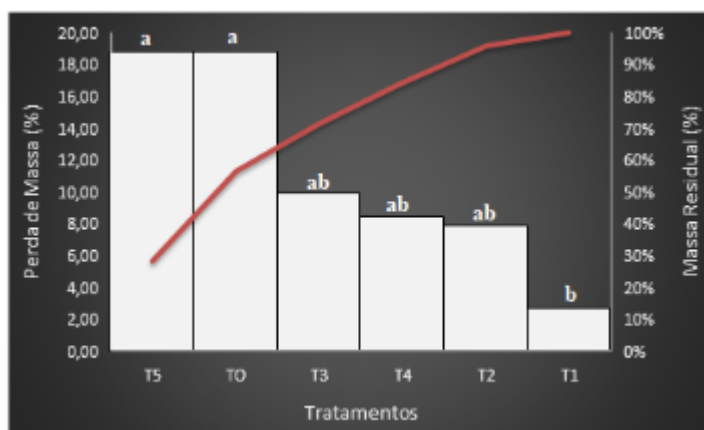


Figura 4: Perda e massa da madeira conforme o tratamento aplicado, sendo T0- testemunha, T1- CCB, T2- Folhas maceradas fervidas, T3- Folhas maceradas imersas, T4- Folhas trituradas em moinho e fervidas, T5- Folhas trituradas em moinho e imersas.

Tratamento	Classe de resistência	Desgaste visual
T0	R	9
T1	MR	10
T2	MR	9
T3	MR	9
T4	MR	9
T5	R	9

T0- testemunha, sem tratamento; T1- CCB; T2- Folhas maceradas fervidas; T3- Folhas maceradas imersas; T4- Folhas trituradas em moinho e fervidas; T5- Folhas trituradas em moinho e imersas.

Tabela 3: Classe de resistência e desgaste visual dos corpos de prova da madeira a micrororganismos deterioradores, após simulador de campo.

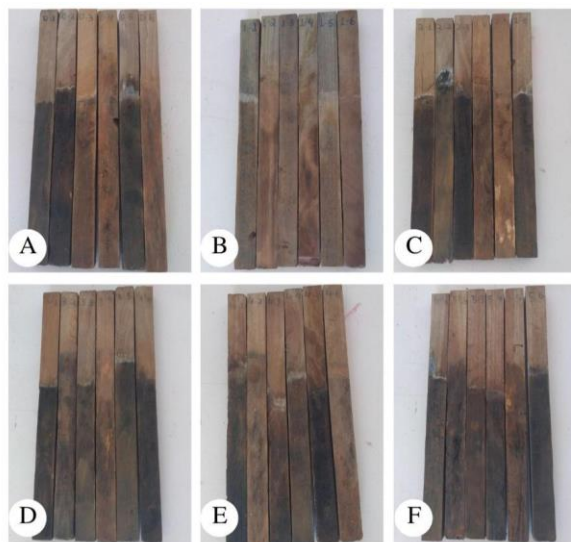


Figura 5: Desgaste visual dos corpos de prova após preservação e permanência em simulador de campo. A) Tratamento Testemunha, B) T1- CCB; C) T2- Folhas maceradas fervidas; D) T3- Folhas maceradas emersas; E) T4- Folhas trituradas em moinho e fervidas; F) T5- Folhas trituradas em moinho e emersas.

Os corpos de prova não apresentaram ataques pronunciados (Figura 5, Tabela 3). Pela nota do desgaste visual percebe-se que todos os tratamentos receberam 9, exceto o T1 (CCB) que recebeu nota máxima, indicando pequenas escarificações superficiais. No estudo de Paes et al., 2012, a madeira tratada com óleo de nim e de mamona em diferentes concentrações, em três simuladores de campo (agrícola, floresta e pastagem), apresentou ataque superficial a moderado, para os solos de floresta e pastagem e, moderado a intenso, para o solo agrícola. Isto, provavelmente, devido às características químicas do solo agrícola, que favorecem o desenvolvimento de fungos.

Os extratos produzidos com as folhas de *Corymbia citriodora* aumentaram a durabilidade da madeira nos tratamentos T2, T3 e T4. Os ativos químicos presentes podem ser as respostas destes resultados, por exemplo, o citronelol, altamente concentrado nas folhas (mais de 58%), é muito conhecido por suas propriedades aromáticas, e sua potencialidade contra fungos da podridão branca em madeiras já foi comprovada em estudos anteriores (ZHANG et al., 2016).

A análise numérica da perda de massa mostra que em T2 e T4, nos quais o preparo foi por meio da fervura das folhas em água, geram melhores resultados na preservação da madeira. A temperatura ajuda o solvente a remover os principais extratos das folhas de *C. citriodora*, tais como o citronelol, a citronelal, e o isopulegol, já comprovados cientificamente por ter atividade biológica, repelente, antimicrobiano e acaricida e que,

neste experimento, podem ter desenvolvido toxicidade aos microrganismos deterioradores da madeira.

As características do solo no qual as amostras permaneceram em simulador de campo não exerceram influência significativa na perda de massa da madeira (Figura 5). Isso demonstra que a microfauna presente nos solos deteriorou por igual os corpos de prova durante o período experimentado.

A metodologia de obtenção dos extratos, aliado ao tipo de solvente utilizado afetam diretamente, a quantidade e a qualidade do produto. A literatura é clara em afirmar que os extratos oriundos de solventes orgânicos têm se mostrado mais promissores quando comparados a extração em água. Para Gaspar et al., 2019 os extratos líquidos obtidos em acetona e etanol de *Hypoxis hemerocallidea* apresentaram no geral valores mais elevados de fenóis totais e atividade antioxidante, do que os correspondentes extratos obtidos em água fervente. Futuramente as folhas de *C. citriodora* poderão ser submetidas a extração com acetona, metanol, hexano e tolueno, considerando que a solubilização de novos compostos químicos das folhas poderia ser alcançada e, então, sua potencialidade novamente testada.

Embora a maioria dos artigos científicos avaliem as atividades protetoras a partir de óleos essenciais das folhas extraídos com solventes orgânicos em aparelhos robustos de laboratório, deve-se reconhecer que as preparações de uso popular, tais como os extratos aquosos, além da facilidade em replicar nas condições de campo, favorecem a extração dos taninos, os quais apresentam atividade antimicrobiana (AURICCHIO e BACCHI, et al., 2003).

Uma alternativa para melhorar a eficácia dos produtos naturais como preservativos é fazer uso de aditivos, com o intuito de aumentar a penetração e fixação do produto na parede celular da madeira.

Uma das grandes dificuldades para retratar o controle de qualidade do tratamento preservativo com extratos naturais se refere à inexistência de um produto corante, como o cromoazurol-S que reage com CCA e CCB, destacando o caminho de distribuição dos produtos. Adiante, visando a efetiva fixação dos extratos de *Corymbia citriodora* na madeira tratada, os autores recomendam o estudo de corantes para o mapeamento do alcance do tratamento, e de aditivos que atuem na imobilização da solução entre os capilares da madeira e na parede celular.

CONCLUSÃO

Os preservativos naturais obtidos das folhas de *Corymbia citriodora* mostraram resultados inferiores ao químico industrial CCB no tratamento de madeiras do gênero *Eucalyptus*. Mesmo assim, os extrativos aquosos apresentam potencialidade, considerando que os compostos químicos das folhas contêm propriedades de repelência a microrganismos da madeira.

A fervura das folhas em água foi a metodologia mais promissora indicada para as condições reais de preservação no campo.

REFERÊNCIAS

American Wood Protection Association – AWP. (2014). AWP E10-12: standard method of testing wood preservatives by laboratory soil-block cultures (11 p.). Birmingham: AWP.

AURICCHIO, M. T e BACCHI, E. M. Folhas de *Eugenia uniflora* L. (pitanga): propriedades farmacobotânicas, químicas e farmacológicas. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 62(1): 55 - 61 ,2003.

Filomeno, C. A.; Barbosa, L. C. A.; Teixeira, R. R.; Pinheiro, A. L.; Farias, E. S.; Silva, E. M. P.; Picanço, M. C. *Corymbia* spp. and *Eucalyptus* spp. essential oils have insecticidal activity against *Plutella xylostella*. *Industrial Crops and Products* Volume 109, Pages 374-383. 15 December 2017.

GASPAR, Y. D. S. Estudos de propriedades funcionais de extratos de *Hypoxis hemerocallidea*. 95f. (Dissertação – Mestre em tecnologia e segurança alimentar) a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal. 2019.

MORESCHI, J. C. Biodegradação e Preservação da Madeira. Manual Didático do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. 31p. v. 28, 2013.

***Pesquisas e Inovações em Ciências Agrárias: Produções Científicas
Multidisciplinares no Século XXI, Volume 1***

Paes, J. G.; Souza, A. D.; Lima, C. R.; Souza, P. F. Eficiência dos óleos de Nim (*azadirachta indica* a. juss.) e mamona (*ricinus communis* l.) na resistência da madeira de sumaúma (*ceiba pentandra* (l.) gaerth.) a fungos xilófagos em simuladores de campo. *ciência florestal, santa maria*, v. 22, n. 3, p. 617-624, jul.-set., 2012 issn 0103-9954

Singh, H. P.; Kaura, S.; Negia, K.; Kumarib, S. Assessment of in vitro antioxidant activity of essential oil of *Eucalyptus citriodora* (lemon-scented Eucalypt; Myrtaceae) and its major constituents. *LWT- Food Science and Technology* 48(2):237-2, October 2012.

Tomaz, M.A., Costa, A.V., Rodrigues, W.N., Pinheiro, P.F., Parreira, L.A., Rinaldo, D., Queiroz, V.T., 2014. Chemical composition and allelopathic activity of the *Eucalyptus* essential oil. *Biosci. J.* 30, 475–483, 2014.

Vivian, M. A.; Évelyn Janaina Grosskopf, Gláucia Cota Nunes, Adriana Terumi Itako, Karina Soares Modes. Qualidade e eficiência de produtos naturais no tratamento preservativo das madeiras de *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus viminalis* e *Pinus taeda*. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 19 (1), 35-47. 2020.

Zhilin Zhang , Ting Yang, Na Mi, Yong Wang, Guoyuan Li, Lihua Wang, Yongjian Xie. Antifungal activity of monoterpenes against wood white-rot fungi. *International Biodeterioration & Biodegradation* 106 (2016) 157-160.