

ANEXO B – FORMULÁRIO DE INDICADORES DE IMPACTOS DA PESQUISA

Autor(a): Bettina Pádua Nogueira Betzel Lemke

Orientador(a): Fábio Akira Mori

Programa de Pós-Graduação em: Engenharia de Biomateriais

Título do trabalho: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ADESIVOS BIOBASEADOS A PARTIR DE TANINOS DE STRYPHNODENDRON ADSTRINGENS E ÁCIDO CÍTRICO PARA COLAGEM DE MADEIRA

Ação Climática:

- ☐ Agricultura de baixa emissão de carbono
- ☐ Uso sustentável da água e do solo
- ☐ Produção orgânica e sustentável
- ☐ Bioenergia, compostagem, biodigestores
- ☐ Energia limpa e renovável
- ☒ Eficiência energética ou inovação ambiental
- ☐ Manejo de resíduos ou recuperação de áreas degradadas
- ☐ Não se aplica.

Tipos de Impactos:

☒ sociais ☒ tecnológicos ☒ econômicos ☐ culturais ☐ outros: _____

Áreas Temáticas da Extensão:

- | | |
|--|--|
| ☐ 1. Comunicação | ☒ 5. Meio ambiente |
| ☐ 2. Cultura | ☐ 6. Saúde |
| ☐ 3. Direitos humanos e justiça | ☒ 7. Tecnologia e produção |
| ☐ 4. Educação | ☐ 8. Trabalho |

Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU impactados

- | | |
|---|---|
| ☐ 1. Erradicação da pobreza | ☐ 10. Redução das desigualdades |
| ☐ 2. Fome zero e agricultura sustentável | ☐ 11. Cidades e comunidades sustentáveis |
| ☒ 3. Saúde e Bem-estar | ☒ 12. Consumo e produção responsáveis |
| ☐ 4. Educação de qualidade | ☒ 13. Ação contra a mudança global do clima |
| ☐ 5. Igualdade de Gênero | ☐ 14. Vida na água |
| ☐ 6. Água potável e Saneamento | ☒ 15. Vida terrestre |

() 7. Energia Acessível e Limpa

() 16. Paz, justiça e instituições eficazes

() 8. Trabalho decente e crescimento econômico

() 17. Parcerias e meios de implementação

Impactos sociais, tecnológicos, econômicos e culturais

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do ácido cítrico na substituição parcial do formaldeído em adesivos à base de taninos extraídos das cascas de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) para aplicação na colagem de madeira. A pesquisa gerou impacto tecnológico concreto e direto ao demonstrar a viabilidade de formulações híbridas com elevado desempenho mecânico e menor dependência de insumos sintéticos derivados do petróleo. O extrato tânico obtido apresentou 59,56% de sólidos, índice de Stiasny de 75% e 44,72% de taninos condensados, evidenciando elevada reatividade química e aptidão para a produção de adesivos. Entre as formulações avaliadas, o tratamento contendo 10% de ácido cítrico e 90% de formaldeído apresentou os melhores resultados, com viscosidade de 904,33 cP, tempo de gel de 55 segundos e resistência ao cisalhamento a seco de 7,75 MPa, valor superior ao adesivo formulado exclusivamente com formaldeído (5,59 MPa). Os resultados confirmaram que a substituição parcial do formaldeído é tecnicamente viável, permitindo o desenvolvimento de bioadesivos de alto desempenho e menor impacto ambiental, com potencial de aplicação na indústria de painéis de madeira e no setor moveleiro. Os impactos ambientais e sociais são concretos e potenciais, pois a tecnologia contribui para a redução do uso de uma substância reconhecida como potencialmente carcinogênica, promovendo ambientes de trabalho mais seguros e produtos com menor emissão de compostos tóxicos. O estudo também agrega valor a recursos florestais não madeireiros do Cerrado brasileiro, fortalecendo a bioeconomia e criando oportunidades para cadeias produtivas sustentáveis em Minas Gerais e em outras regiões do país. Desenvolvido na Universidade Federal de Lavras, com participação de docentes, discentes e técnicos e apoio da CAPES, CNPq e FAPEMIG, o trabalho enquadra-se nas áreas temáticas de Meio Ambiente, Tecnologia e Produção e Trabalho, estando alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 3, 9, 12, 13 e 15 da Organização das Nações Unidas.

Social, technological, economic and cultural impacts

The present study aimed to evaluate the effect of citric acid as a partial substitute for formaldehyde in adhesives based on tannins extracted from the bark of barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) for application in wood bonding. The research generated concrete and direct technological impact by demonstrating the feasibility of hybrid formulations with high mechanical performance and reduced dependence on synthetic petroleum-derived inputs. The tannin extract obtained presented 59.56% solids content, a Stiasny index of 75%, and 44.72% condensed tannins, indicating high chemical reactivity and suitability for adhesive production. Among the formulations evaluated, the treatment containing 10% citric acid and 90% formaldehyde showed the best results, with a viscosity of 904.33 cP, a gel time of 55 seconds, and dry shear strength of 7.75 MPa, outperforming the adhesive formulated exclusively with formaldehyde (5.59 MPa). The results confirmed that the partial substitution of formaldehyde is technically feasible, enabling the development of high-performance bioadhesives with lower environmental impact and potential application in the wood panel and furniture industries. The

environmental and social impacts are both concrete and potential, as the technology contributes to reducing the use of a substance recognized as potentially carcinogenic, promoting safer working environments and products with lower emissions of toxic compounds. The study also adds value to non-timber forest resources from the Brazilian Cerrado, strengthening the bioeconomy and creating opportunities for sustainable production chains in Minas Gerais and other regions of Brazil. Developed at the Federal University of Lavras, with the participation of faculty members, students, and technical staff, and supported by CAPES, CNPq, and FAPEMIG, the study falls within the thematic areas of Environment, Technology and Production, and Work, and is aligned with the United Nations Sustainable Development Goals 3, 9, 12, 13, and 15.

Documento assinado digitalmente
 **BETTINA PADUA NOGUEIRA BETZEL LEMKE**
Data: 19/05/2026 19:31:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura Discente

Documento assinado digitalmente
 **FABIO AKIRA MORI**
Data: 22/05/2026 15:43:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura Orientador

Obs.: As assinaturas devem ser realizadas por meio da plataforma Gov.br, ICPEdu ou outra autenticável que contenha data.