

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA
CAMPUS JI-PARANÁ**

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

BRUNO SANTOS DE OLIVEIRA

**PROSPECÇÃO DE BIOEXTRATIVOS DAS CEPAS DA ESPÉCIE
TECTONA GRANDIS L.F. EM SISTEMA DE TALHADIA COMPOSTA**

**JI-PARANÁ - RO
2024**

BRUNO SANTOS DE OLIVEIRA

**PROSPECÇÃO DE BIOEXTRATIVOS DAS CEPAS DA ESPÉCIE
TECTONA GRANDIS L.F. EM SISTEMA DE TALHADIA COMPOSTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Orientadora: Prof^ª. Dra. Andreza Pereira Mendonça

Co-orientador: Eng. Matheus Favaro Moreira

JI-PARANÁ –RO

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

17

Oliveira, Bruno Santos de.

Prospecção de bioextrativos das cepas da espécie *Tectona Grandis* L. F. em sistema de talhada composta / Bruno Santos de Oliveira. - Ji-Paraná, 2025. 17 f.

Orientador(a): Prof. Dra. Andreza Pereira Mendonça.

Coorientador(a): Eng. Matheus Favaro Moreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Ji-Paraná, 2025.

1. *Tectona grandis* L. f. 2. Bioextrativos. 3. Diâmetro. 4. Parte da planta. 5. Extração hidroalcoólica. I. Mendonça, Andreza Pereira (orient.). II. Moreira, Matheus Favaro (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864

BRUNO SANTOS DE OLIVEIRA

**PROSPECÇÃO DE BIOEXTRATIVOS DAS CEPAS DA ESPÉCIE
TECTONA GRANDIS L.F. EM SISTEMA DE TALHADIA COMPOSTA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Aprovado pela Banca Examinadora em

27/09/2024

BANCA EXAMINADORA

Dr^a.: Andreza Pereira Mendonça

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Dr^a.: Emmanoella Costa Guaraná Araujo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Eng. Matheus Favaro Moreira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Ji-Paraná - RO, 27 de Setembro de 2024 _.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força e perseverança ao longo dessa jornada. Agradeço também à minha família, especialmente aos meus pais, Reinaldo e Maria, pelo apoio incondicional e pela compreensão nos momentos de ausência. Aos meus amigos, Edilaine, Daniele, Mayk e Detmann, que estiveram sempre ao meu lado oferecendo incentivo e companhia, sou eternamente grato.

Agradecimentos especiais à minha orientadora, Dra. Andreza, e ao meu co-orientador, Favaro, pela orientação, paciência e valiosas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho. À minha esposa, Elaine, minha eterna gratidão por seu amor, paciência e por estar ao meu lado em todos os momentos, especialmente nos mais difíceis. Sua compreensão e apoio foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Por fim, deixo meus sinceros agradecimentos a todos os professores e colegas que, de alguma forma, colaboraram para minha formação acadêmica e a realização deste trabalho, além de todos que acreditaram em mim e me ajudaram no meu desenvolvimento profissional.

Obrigado a todos!

RESUMO

O estudo investiga a influência do diâmetro e da parte da planta nas rebrotas de *Tectona grandis* L. f. (Teca) na extração de bioextrativos. A Teca, valorizada por sua madeira durável, também tem potencial para a exploração de subprodutos devido à presença de extrativos. O estudo se concentra na rebrota, um recurso renovável que permite a produção contínua de biomassa e compostos bioativos sem necessidade de replantio. Foram coletadas rebrotas de Teca em Ouro Preto do Oeste e classificadas em quatro classes de diâmetro. As amostras foram separadas em folhas, ramos e caule, e submetidas à extração hidroalcoólica para avaliação do rendimento e análise fitoquímica. O manejo das rebrotas mostrou que o diâmetro e a parte da planta influenciam significativamente o rendimento dos extratos, com as folhas apresentando o melhor desempenho. O estudo sugere que o manejo adequado das rebrotas pode maximizar a extração de compostos específicos, contribuindo para uma exploração sustentável dos recursos naturais.

Palavras-chave: *Tectona grandis* L. f., bioextrativos, diâmetro, parte da planta, extração hidroalcoólica.

ABSTRACT

The study investigates the influence of diameter and plant part of *Tectona grandis* L. f. (Teak) regrowth on the extraction of bioextractives. Teak, valued for its durable wood, also has potential for byproduct exploration due to the presence of extractives. The study focuses on regrowth, a renewable resource that allows the continuous production of biomass and bioactive compounds without the need for replanting. Teak regrowth was collected in Ouro Preto do Oeste and classified into four diameter classes. The samples were separated into leaves, branches and stem, and subjected to hydroalcoholic extraction for yield evaluation and phytochemical analysis. Regrowth management showed that diameter and plant part significantly influence the extract yield, with leaves showing the best performance. The study suggests that proper regrowth management can maximize the extraction of specific compounds, contributing to a sustainable exploitation of natural resources.

Keywords: *Tectona grandis* L. f., bioextractives, diameter, plant part, hydroalcoholic extraction

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. METODOLOGIA	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	11
4. CONCLUSÃO	14
5. REFERÊNCIAS	15

1. INTRODUÇÃO

Os estados de Rondônia e Pará apresentam grandes plantios da espécie *Tectona grandis* L. f. chegando a produzir mais de quinze mil metros cúbicos de madeira da espécie (Moreira et al., 2021), sua instauração nessas regiões são motivadas pela sua grande valorização no mercado oriundo da sua boa durabilidade, e rusticidade (Lorenzi et al., 2003), a mesma apresenta um ciclo de corte de 25 anos, com desbastes no sétimo e no décimo quarto ano do plantio (Tsukamoto Filho et al., 2007) sendo assim considerado um investimento a longo prazo, com retorno ligado ao corte raso da espécie. Alguns estudos apontam que a espécie apresenta um grande potencial para o manejo de produtos florestais não madeireiros devido à presença de extrativos tanto na madeira de árvores adultas provenientes do caule (Moreira, 2004), quanto nas folhas, quando coletadas de mudas de 120 dias (Moreira et al., 2022), direcionando o potencial da espécie para exploração de subprodutos vinculados aos metabólitos secundários diversificando sua exploração, entretanto pouco se sabe como integralizar o manejo madeireiro e não madeireiro da espécie em uma única área.

Durante a condução dos plantios de teca é observado que a espécie apresenta elevada capacidade de regeneração, chegando a apresentar de seis a oito cepas por tronco após o corte a depender do espaçamento do plantio (Barros; Macedo; Venturin, 2017), contudo, este elevado índice de brotação é considerada um problema para os plantios comerciais sendo considerada uma praga, por influir em diversos aspectos do plantio, chegando até a estruturação de pesquisas sobre controle por herbicidas (Tonini et al., 2009; Caldeira; Castro, 2012). Partindo do potencial da espécie em algumas fase de maturidade para a produção de extrativos, faz-se necessário estudos que avaliem as rebrotas da espécie como uma alternativa para a diversificação econômica dos plantios já instaurados, visto que os mesmos possuem vasta aplicação em indústrias como a de fragrâncias e a farmacêutica, entretanto, faz-se necessário estudos da compreensão da extração, época de colheita, perfil fitoquímico para a instauração de um novo direcionamento dessa matéria-prima para a

aplicação dos seus extrativos e seus compostos.

A produção de extratos vegetais sofre grande influências tanto na disponibilidade quanto na presença dos compostos, estando associados diretamente pelas partes da planta utilizada no processo quanto dos seus estágios de maturidade (Gomes; Santos Junior; Arruda, 2011; Nidavani; Mahalakshmi, 2014), tornando essencial a compreensão dessa variabilidade para otimizar os processos de extração e uso dos recursos naturais. Nesse contexto, a prospecção fitoquímica e a análise de produção dos extrativos podem servir como uma ferramenta valiosa para mensurar e analisar a presença desses compostos, e nesse caso dar uma aplicação econômica para um material considerado como praga. Diante do exposto o objetivo deste artigo foi realizar a prospecção da produção de extrativos da espécie *Tectona grandis* a partir das rebrotas da espécie, a fim de se compreender a diversificação de produtos da espécie em plantios já instaurados.

2. METODOLOGIA

As rebrotas da espécie de Teca (*Tectona grandis* L. f.) foram obtidas por meio de coleta no município de Ouro Preto do Oeste, em área do setor rural, nas coordenadas geográficas (10.740126, -62.257674). Posteriormente, foram levadas ao Instituto Federal de Rondônia, *Campus* Ji-Paraná, para o laboratório de produtos florestais não madeireiros. As rebrotas foram separadas e classificadas em quatro classes de maturação, de acordo com o diâmetro da base do tronco, mensurado com o auxílio de paquímetro digital (**Tabela 1**), posteriormente, foram separadas em folhas, ramos e caule.

Tabela 1 - Descrição das classes do diâmetro a partir das cepas da espécie *Tectona grandis* L. f.

Classes do Diâmetro	Diâmetros (mm)
1	01 - 15
2	16 - 30
3	31 - 45

4	45 - 46<
---	-----------

As amostras foram beneficiadas e pulverizadas com o auxílio de um moinho de facas, submetidas à extração hidroalcoólica por maceração durante 24 horas, em proporções de 1:5 (massa), para posterior avaliação de rendimento (**Equação 1**), que foi realizada seguindo a metodologia de Rodrigues *et al.* (2011).

Equação 1.

$$\mathbf{Re = (P_{ext} / P_{folhas}) \times 100}$$

Onde:

Re = Rendimento total do extrato (%);

P_{ext} = Peso do extrato seco (g);

P_{folhas} = Peso das folhas frescas ou secas (g).

A fim de traçar o perfil fitoquímico de cada extrato e avaliar a influência dos graus de maturação na presença ou ausência de metabólitos, a metodologia proposta por (Stahl, 1972):

a) Esteróides e terpenos: foi pipetado 1 ml de extrato de cada tratamento. Posteriormente, foram adicionados 1 ml de clorofórmio (CHCl₃), 1 ml de anidrido acético ((CH₃CO)₂O) e 4 gotas de ácido sulfúrico (H₂SO₄). A presença dessas substâncias é indicada pela coloração verde ou vermelha.

b) Flavonóides: foram utilizados 1 ml de extrato, 1 ml de etanol, uma pequena porção de fitas de magnésio e 0,5 ml de ácido clorídrico (HCl). A coloração da solução ficou vermelha, indicando um resultado positivo para flavonóides.

c) Alcaloides: foram misturados 1 ml de extrato, 1 ml de ácido clorídrico (HCl) e 5 gotas da solução de Dragendorff. Após a mistura dos reagentes, observaram-se pequenos flocos alaranjados, indicando a presença de alcaloides.

d) Quinonas: Foi colocada uma gota de cada extrato em uma placa cromatográfica, borrifou-se sobre o material uma solução de amônia e, então, observou-se sua coloração sob luz UV (ultravioleta). Para um teste positivo dessa substância, o material adquire uma coloração azul violeta ou vermelha sob luz UV.

e) Saponinas: para indicar a presença de saponinas, foi observada a formação de espuma, adicionando-se 1 ml de água destilada a 1 ml de extrato. Depois, o material foi agitado para observar se há ou não formação de espuma na solução.

A análise quantitativa foi estruturada utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado. As variáveis analisadas foram submetidas ao teste de homogeneidade e normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, e foi aplicada a análise de variância (teste F) com 0,05 de probabilidade. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, utilizando-se o software R versão 64 4.1.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de interação entre os fatores de influência no teor de extrativos das rebrotas de *Tectona grandis L. f.* apresentou resultados significativos pelo teste F (**Tabela 2**). Assim, o rendimento extrativo pode variar dependendo da parte da planta, bem como pelo incremento do diâmetro da cepa, demonstrando que realizar o manejo da obtenção dos bioextrativos das cepas de rebrota a partir da classificação e identificação desses dois fatores específicos pode ser uma estratégia para avaliar os melhores rendimento de extratos, conforme corrobora Purcino e Lynd (1986) em análise de teores de extrativos de rebrotas de outro táxon identificando interação significativa entre parte da planta com a idade da rebrota.

Tabela 2 - Análise de interação entre a parte da planta e a classe de diâmetro em esquema fatorial sobre o rendimento de bioextrativos da espécie *Tectona grandis L. f.*

Quadro de análise				
FV	GL	SQ	QM	F
Parte da planta	3	0,03219	0,01073	7,8727**
Classe de diâmetro	2	0,46586	0,23293	170,9302**
Interação	6	0,02284	0,00381	2,7933*

Tratamentos	11	0,52088	0,04735	34,7490**
Resíduos	24	0,03271	0,00136	
Total	35	0,55359		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

($0,01 \leq p < 0,05$) ns não significativo ($p \geq 0,05$)

Dentre os aspectos analisados, as folhas, em todos os diâmetros, apresentaram maior teor de extração em comparação com o caule e os ramos, o que sugere que rebrotas com maior diâmetro acumulam uma quantidade superior desses compostos conforme corrobora Gomes; Junior; Arruda, (2011) que identificou para a espécie que as folhas armazenam maior concentração de compostos, justificando os maiores teores encontrados. Portanto, o manejo é recomendado em áreas já instauradas a partir das folhas de rebrotas com maiores diâmetros a fim de otimizar o teor de extrativos em materiais vegetativos.

Quando observados apenas o incremento das classes de diâmetros com a possibilidade de explorar todas as partes da cepa é a classe de 16 a 30 mm, tendo em vista que teve o melhor desempenho em comparação com os demais analisados, contudo faz-se necessário a compreensão de seu perfil fitoquímico para a indicação de um melhor processo de manejo, visto que seu perfil apresenta grande diferença de acordo com o manejo aplicado (Leonardo *et al.*, 2015; Nacevilla; Elizabeth, 2023).

Tabela 3 - Valores médios da interação entre a parte da planta e a classe de diâmetro sobre o rendimento de bioextrativos da espécie *Tectona grandis* L. f.

Classe de diâmetro (mm)	Amostras		
	Caule	Ramos	Folhas
1 - 15	4,28 aC	5,35 aB	6,13 bA
16 - 30	4,30 aC	5,32 aB	7,85 abA
31 - 45	3,37 aC	4,34 bB	6,80 bA
45 - 46<	4,08 aB	4,54 abB	9,09 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si para o grau

de maturação da amostra; médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si para o tipo de amostra; ambos pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Coeficiente de Variação de 5,22%.

Para a triagem dos extrativos identificou-se a presença de diversos compostos sendo variados de acordo com matéria-prima utilizada, de forma geral foi possível identificar flavonoides, saponinas, alcalóides, esteroides, esterpenos e quinonas. Demonstrando que quando bem manejado é possível utilizar o extrativo da espécie para diversos fins.

A partir disso, compreende-se que para além do rendimento do extrato uma melhor otimização do manejo está diretamente atrelada a obtenção de compostos desejável, observa-se que a interação de diâmetros entre 31 a 45 e a utilização de caules e folhas apresentam extratos com maior variação do perfil fitoquímico (Tabela 4), podendo ser apontado como melhor estratégia, conforme aponta Castro, (2021) ao afirmar que manejo deve ser direcionando a utilização das melhores variedades que mais concentra compostos.

Todavia, para além de uma definição pré-estabelecida, direcionamos que o manejo deve ser guiado pela análise dos compostos, sua compreensão metabólica e formulação do objetivo da aplicação do extrato, visto que a muitos relatos de diferentes produtos a partir da espécie como Tintas (Santolin *et al.*, 2023), indicador de pH (Moreira *et al.*, 2022); laxantes e produtos fármacos (Leonardo *et al.*, 2015), pigmentação de tecido (Morilo, 2009).

Tabela 4 - Triagem fitoquímica dos extratos alcoólicos das diferentes partes das plantas e diferentes classes de diâmetro da espécie *Tectona grandis L. f.*

Classe de substâncias	Tratamentos											
	1 - 15 (mm)			16 - 30 (mm)			31 - 45 (mm)			45 - 46< (mm)		
	Caule	Ramos	Folhas	Caule	Ramos	Folhas	Caule	Ramos	Folhas	Caule	Ramos	Folhas
Est. e terpenos	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Flavonoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcalóides	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Quinonas	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-

4. CONCLUSÃO

Este estudo demonstra que a interação da parte da planta e o diâmetro das rebrotas influenciam significativamente o rendimento e a composição fitoquímica dos extratos de *Tectona grandis* L. f., de forma padronizada a interação de diâmetros entre 31 a 45 e a utilização de caules e folha da espécie é o ponto chave para se obter extrativos com a composição química mais variada, todavia a definição de uma técnica de manejo para cepas em desenvolvimento deve ser balizada pelo produto final que se deseja obter.

5. REFERÊNCIAS

- BARROS, Kamila Lemos Costa; MACEDO, Renato Luiz Grisi; VENTURIN, Nelson. Capacidade de brotação de teca sob regime de Talhadia composta. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e00134315, 2017.
- CASTRO, Welershon José de. Compostos fenólicos em diferentes clones de eucalipto. 2021. 22 p. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, Morrinhos, GO, 2021.
- CALDEIRA, Sidney Fernando; CASTRO, Cibele Kotsubo da Cunha. Herbicidas e danos físicos em tocos de teca para controle de brotos após o desbaste. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1826-1832, 2012.
- GOMES, I.; JUNIOR, W. S.; ARRUDA, A. Análise de soluções para extração de corante de folhas da teca em diferentes estágios de desenvolvimento. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, 2011.
- LEONARDO, F. V. da S.; ROCHA, H. F.; MENDOZA, Z. M. dos S. H. de. Compostos químicos em teca. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 83, p. 315–322, 30 set. 2015.
<https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.83.816>.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003.
- STAHL, E. ***Thin-layer chromatography: a laboratory handbook***. 2. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1972.
- MOREIRA, M. F.; MENDONÇA, A.; MACEDO, J. N. A.; CUNHA, E. M. F. Manejo de mudas de teca e prospecção fitoquímica para avaliação do potencial indicador de pH. **Scientia Forestalis**, v. 50, e3908, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v50.25>.
- MOREIRA, M. F.; CUNHA, E. M. F.; MENDONÇA, A. P.; SANTOS, M. C. **Influência da idade fisiológica da teca sobre o potencial bioativo das folhas**. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 23, n. 3, p. 473–481, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-084X-23-3-2021>.
- MOREIRA, R. Y. O. **Antraquinonas e naftoquinonas do caule de um espécime de**

reflorestamento de *Tectona grandis* (Verbenaceae). 2004. TCC (Produtos Naturais) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

MORILLO, P. **Teñido de lana aplicando los colorantes de la hoja de Teca (*Tectona grandis*).** 2009. 138 f. Tese (Doctorado en Ingeniería Química) - Escola Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito.

NACEVILLA, Karen; CEDEÑO, Nathalia; MUNIZAGA, Diego. Factibilidad técnica-económica de extractos de teca (*Tectona grandis*) con fines fitofarmacéuticos a escala piloto. **MQR Investigar**, v. 7, n. 2, p. 22-36, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023.22-36>.

NIDAVANI, R. B.; MAHALAKSHMI, A. M. Teak (*Tectona grandis* Linn.): a renowned timber plant with potential medicinal values. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 6, n. 1, p. 48-54, 2014.

PURCINO, A, A, C; LYND, J, Q; Efeito do estresse da desfolha artificial sobre a rebrota e algumas características bioquímicas dos nódulos de copada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 5, p. 473-480, 1986.

RODRIGUES, T. S.; GUIMARÃES S. F.; RODRIGUES DAS DÔRES R. G.; GABRIEL J.V. Métodos de secagem e rendimento dos extratos de folhas de *Plectranthus barbatus* (boldodaterra) e *P. ornatus* (boldo-miúdo). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 587590, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000500014>.

SANTOLIN, G. O.; FARIAS, K. G.; MENDONÇA, A. P.; PINHEIRO, F. F.; NAVARRO, É. P. Mais cores em Rondônia: uso de pigmentos vegetais para a formação de tintas. **Revista ELO – Diálogos em Extensão**, v. 12, 19 dez. 2023. DOI 10.21284/elo.v12i.17061. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/elo/article/view/17061>. Acesso em: 20 set. 2024.

TONINI, H; *et al.* Desbrota química em plantios de teca (*Tectrona grandis*). 2009.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MULLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca. **Revista da Madeira**, v. 18, n. 106, p. 90, 2007.