Potencial da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch) **para estudos dendrocronológicos**

Mayara de L. Ferreira[1], Suzana de S.[1], Adriano J. Pavan[1], Lucas G. Pereira[1], Daniela G. de Souza[2], Ana C. M. C. Barbosa[1]

[1]Universidade Federal de Lavras, [2]Alabama A&M University

E-mail: mayaraliima218@gmail.com

Resumo: A candeia, *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch, é uma espécie florestal nativa com grande potencial econômico da sua madeira. O objetivo do trabalho foi estudar a relação crescimento-clima das árvores de candeia por meio da dendrocronologia. Foram coletados 30 discos de *E. erythropappus* de candeal no município de Pedralva, MG. As seções transversais foram secas e polidas, com posterior análise dos anéis de crescimento, seguindo a metodologia padrão para os estudos dendrocronológicos. Foi possível desenvolver uma cronologia de 1965 a 2017 a partir de 26 raios de 19 árvores. A cronologia apresentou parâmetros estatísticos aceitáveis para espécies tropicais: sensibilidade média (0,37), intercorrelação entre séries (0,42), RBAR (0,253) e EPS (0,918). A correlação espacial mostra uma relação positiva entre a precipitação média de novembro a janeiro e o crescimento das árvores de *E. erythropappus*. As árvores de *E. erythropappus* apresentam anéis de crescimento anuais que respondem à precipitação regional.

Palavras-chave: Anéis de crescimento, Anatomia da madeira, Crescimento-clima.

Potential of candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch) **for dendrochronological studies**

Abstract: The candeia tree, *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch, is a native forest species with great economic potential for its timber. The objective of this study was to investigate the growth-climate relationship of candeia trees using dendrochronology. Thirty discs of *E. erythropappus* were collected from a candeal in the municipality of Pedralva, MG. The cross sections were dried and polished, with subsequent analysis of the growth rings, following the standard methodology for dendrochronological studies. It was possible to develop a chronology from 1965 to 2017 from 26 rays of 19 trees. The chronology presented acceptable statistical parameters for tropical species: average sensitivity (0.37), intercorrelation between series (0.42), RBAR (0.253) and EPS (0.918). The spatial correlation shows a positive relationship between the average precipitation from November to January and the growth of E. erythropappus trees. E. erythropappus trees exhibit annual growth rings that respond to regional precipitation.

Keywords: Growth-rings, Wood anatomy, Growth-climate

1. INTRODUÇÃO

Eremanthus erythropappus (DC.) McLeisch, popularmente conhecida como candeia, pertencente à família Asteraceae, é uma espécie comum em áreas de transição entre Cerrado e Mata Atlântica. A candeia é indicada para a recuperação de áreas degradadas, pois se desenvolve naturalmente em solos pobres, arenosos e pedregosos (Rizzini, 1979). A espécie apresenta porte pequeno, com tronco irregular e uma copa bastante ampla. A casca do tronco é espessa, com várias fendas, e sua madeira apresenta alta durabilidade e resistência natural (Mori *et al*., 2010; Perez, 2001).

No estado de Minas Gerais, a candeia é uma espécie florestal nativa com grande potencial econômico, onde sua madeira tem grande importância comercial, sendo utilizada para moirões de cerca e para a extração do óleo essencial (Araújo *et al*., 2012; Mori *et al*., 2010). O composto alfa-bisabolol é obtido por meio da destilação do óleo de candeia, apresentando alto valor de mercado e utilizado pela indústria farmacêutica e cosmética como cicatrizante e antimicrobiano (Oliveira *et al*. 2010; Mori, *et al*., 2010).

O manejo sustentável da candeia é viável, uma vez que os candeais ocorrem naturalmente em solos de baixa fertilidade e altitudes elevadas, onde seria inviável o cultivo de outras espécies florestais ou agrícolas. Após a colheita da madeira, a escarificação do solo beneficia a germinação das sementes e a regeneração natural da espécie. Além de gerar renda para pequenos e médios produtores, contribui para a conservação de áreas ecotonais, que conectam florestas da Mata Atlântica e do Cerrado (Araújo *et al*., 2018).

A existência de anéis de crescimento distintos no lenho da candeia já foi comprovada (Chagas, 2007) permitindo a aplicação de métodos dendrocronológicos que podem auxiliar nos estudos de crescimento-clima da espécie, verificando a sensibilidade da formação dos anéis de crescimento por fatores climáticos. Esse conhecimento fornece subsídios técnicos essenciais para aprimorar o manejo e desenvolver estratégias para a utilização dos recursos florestais.

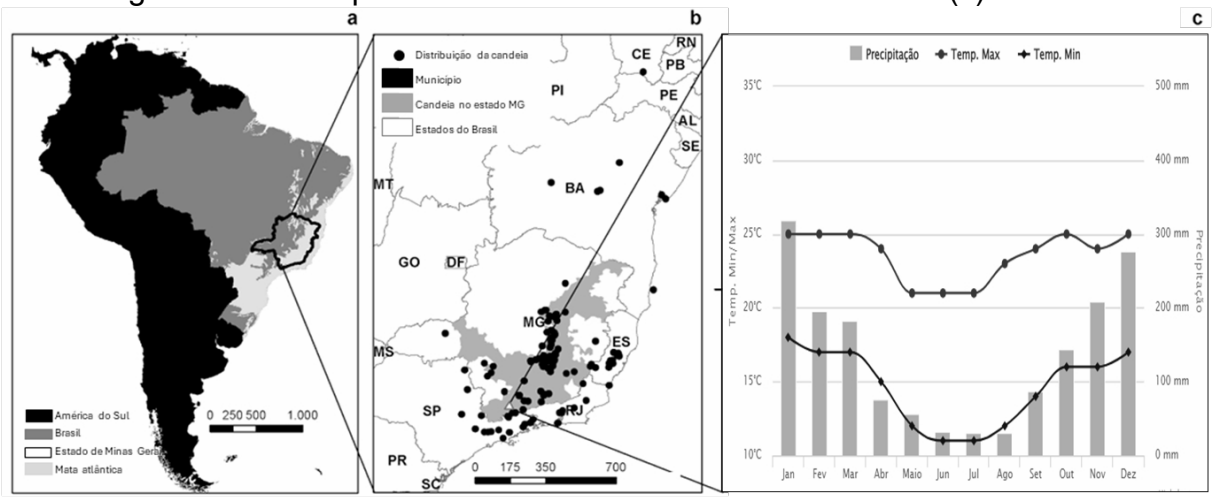
O objetivo do trabalho foi estudar a relação crescimento-clima das árvores de *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch por meio da dendrocronologia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O local de estudo está localizado no município de Pedralva, sul do estado de Minas Gerais (22°16'44.8" S, 45°24'20.2" W; altitude 1.413 m) (Fig.1). O tipo de clima da região é definido como subtropical de altitude com invernos secos (70% ou mais da precipitação média anual recebida nos seis meses mais quentes). A temperatura média anual é de 19,5°C e a precipitação média anual é de 1.474 mm, com 22 mm durante o mês mais seco (julho) e 266 mm no mês mais chuvoso (dezembro) (Peel *et al*., 2007).

Figura 1. Mapa do Brasil indicando o estado de Minas Gerais dentro do domínio do bioma Mata Atlântica (a); pontos de ocorrência de *E. erythropappus* no Brasil (*Species Link*, 2024), área de ocorrência da espécie no estado de Minas Gerais (SCOLFORO *et al*., 2012) e localização do município de *Pedralva* (b); médias climatológicas do município de Pedralva de uma série de 30 anos (c).



Fonte: (Autor)

O município de Pedralva pertence à bacia hidrográfica do Rio Grande, um afluente da Bacia do Rio da Prata, e está localizado na Serra da Mantiqueira, com altitudes acima de 1.000m. A região está situada no domínio da Mata Atlântica, com florestas sazonais semidecíduas e floresta ombrófila mista montana, com a presença de campos montanos.

2.2 Coleta de Amostras

Foram coletados discos de madeira de *E. erythropappus* em setembro de 2017, de uma população nativa com 75% de predominância sobre outras espécies

nativas sob o sistema de manejo sustentável em uma área de 1,58 ha. Todos os indivíduos arbóreos vivos e também os indivíduos mortos foram selecionados com DAP ≥ 5 cm existentes dentro de cada parcela receberam placa com número sequencial, tiveram sua altura, CAP (circunferência à altura do peito) e seus respectivos nomes de espécies identificados. Os discos de madeira foram retirados na base do tronco de cada árvore.

Todas as atividades foram supervisionadas pela Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e pela Polícia Militar de Meio Ambiente do estado de Minas Gerais, sob a responsabilidade do respectivo engenheiro florestal legalmente credenciado.

2.3 Preparação de Amostras e Análises de Anéis de Crescimento

As seções transversais foram secas e depois polidas (40–600 grãos mm^2) para permitir a visualização dos anéis de crescimento. Em seguida, foram submetidas à datação visual sob o microscópio (Douglass 1941; Stokes e Smiley 1996). A descrição anatômica dos anéis de crescimento seguiu as recomendações do IAWA (IAWA, 1989). As larguras dos anéis datados foram medidas com uma precisão de 0,001 mm, pelo menos um raio por disco, usando o sistema de medição LINTAB 6. As séries temporais derivadas foram submetidas ao controle de qualidade de datação e medição pelo programa COFECHA (Holmes, 1983).

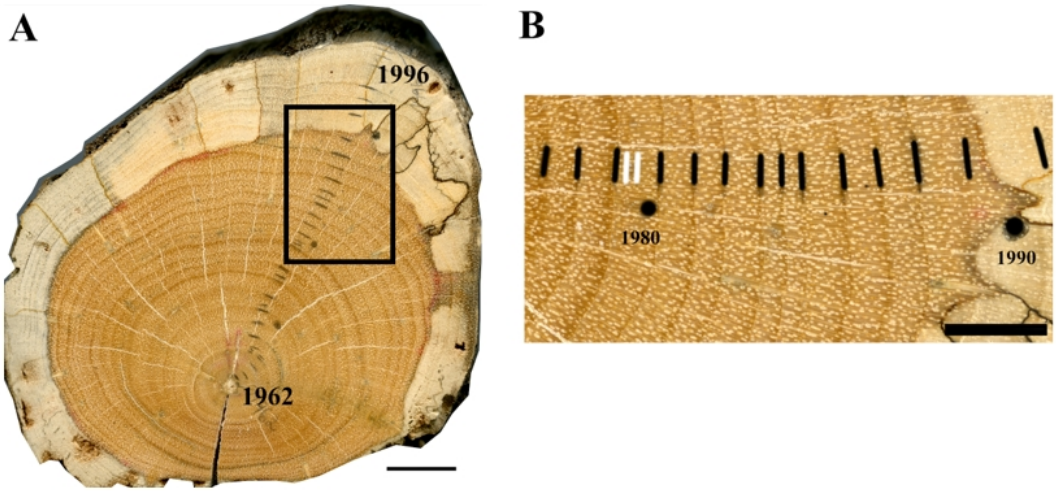
Uma série de estatísticas foi calculada com o programa ARSTAN para descrever a consistência interna das séries individuais de largura dos anéis e da cronologia padrão derivada, dentre eles: sensibilidade média, correlação média entre todas as séries (RBAR) (Cook; Holmes, 1984) e o sinal da população expressa (EPS) (Wigley *et al.*, 1984). A sensibilidade média quantifica a variabilidade interanual na largura dos anéis da cronologia (Schweingruber, 1996). Os valores de EPS superiores a 0,85 indicam que o fator limitante no crescimento em um número de amostras de árvores na cronologia do local estudado provavelmente é homogêneo, tornando as respostas de crescimento climático de alta qualidade (Briffa *et al.*, 1995). As correlações espaciais foram realizadas usando o KNMI climate explorer

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Descrição dos anéis de crescimento

E. erythropappus possui anéis de crescimento distintos delimitados por fibras de parede espessa e achatadas radialmente no lenho tardio, ao contrário das fibras de parede fina do lenho inicial (Fig. 2). Observou-se excentricidade da medula na madeira da maioria das amostras (Fig. 2a). Um total de 26 raios de 19 árvores diferentes foram utilizados para o desenvolvimento dos estudos dendrocronológicos. A visibilidade dos anéis de crescimento em *E. erythropappus* variou dependendo da amostra (Fig. 2b), levando ao descarte de algumas amostras. No entanto, observou-se o sincronismo no crescimento entre árvores, permitindo sucesso no processo de datação cruzada.

Figura 2. A. Seção transversal de *E. erythropappus* extraída à altura do peito datada de 1962 a 1996 usando o método de cruzamento de datas, barra de escala 1 cm. B. Estrutura macroscópica da madeira mostrando anéis de crescimento demarcados por variação de densidade em anéis de crescimento bem delimitados (linhas pretas) e menos visíveis (linhas brancas), barra de escala 5 mm.



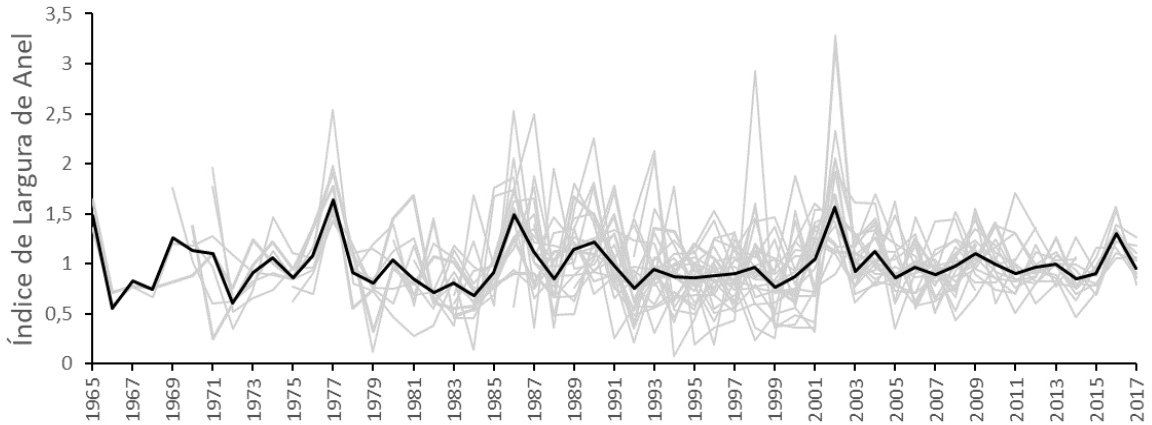
Fonte: (Autor)

3.2. *Dendrocronologia*

As árvores de *E. erythropappus* mostraram uma boa sensibilidade média (0,37) e um alto valor médio de intercorrelação entre as séries (0,42), acima do valor crítico (nível de confiança de 99%). Um padrão comum de crescimento-clima foi encontrado nas árvores de *E. erythropappus*, expressando valores médios de RBAR e EPS de 0,253 e 0,918, respectivamente. Isso permitiu a produção de uma cronologia padrão para a espécie com um comprimento total de 53 anos, estendendo-se de 1965 a 2017 (Fig. 3). A cronologia de larguras de anéis de *E. erythropappus* correlacionou positivamente com a precipitação local (Fig 4). Os

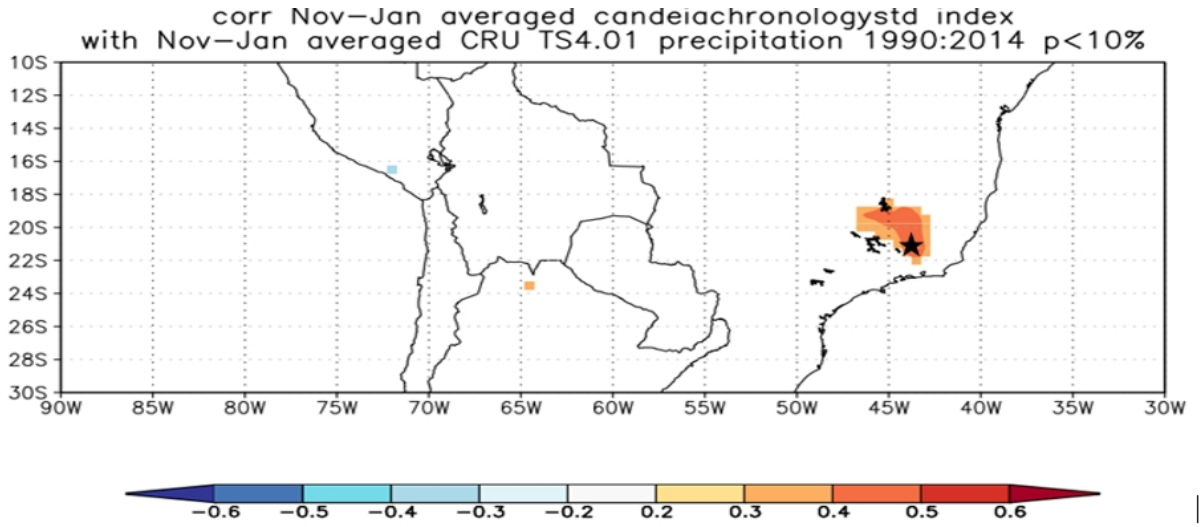
meses com maior correlação foram novembro a janeiro que correspondem ao pico da estação chuvosa (Fig. 1c). A correlação com magnitude de 0.40 indica o potencial da espécie para estudos dendrocronológicos.

Figura 3. Series individuais de índices de largura dos anéis de *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch (linhas cinzas) e cronologia padrão (linha preta).



Fonte: (Autor)

Figura 4. Correlação espacial da cronologia padrão da candeia e a precipitação de novembro-janeiro CRU TS4.01 (1990-2014). A estrela mostra o local do estudo.



Fonte: (Autor)

4. CONCLUSÃO

Esta é a primeira vez que a natureza anual dos anéis de crescimento da candeia foi relatada e correlacionada ao clima, mostrando que as árvores de *E.*

erythropappus apresentam anéis de crescimento anuais que respondem à precipitação regional. Mais estudos são necessários para fornecer subsídios técnicos essenciais para aprimorar o manejo sustentável da espécie.

5. AGRADECIMENTO

Agradecemos à Empresa Vanete Projetos Florestais Sustentáveis por disponibilizar os dados do inventário florestal na área de estudo. Ao Sebastião Donizete Machado, homem de vida simples e grande caráter, que vive do sustento que extrai da terra e das florestas da região de Pedralva e Maria da Fé há mais de 40 anos, pela ajuda que nos deu para implantar esse estudo. Ao João Batista Carvalho da Silva por nos deixar coletar as amostras em sua fazenda. Este estudo foi financiado pela Citróleo Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda. Aos colegas Bárbara da Hora Rocha Bessa, Bruno Arley Barros das Dores e Carolina Aparecida de Carvalho por nos ajudarem na preparação das amostras.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. J. G.; PELISSARI, A. P.; DAVID, H. C.; *et al*. Relação hipsométrica para candeia (*Eremanthus erythropappus*) com diferentes espaçamentos de plantio em Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 32, c. 71, p. 257-268, 2012.

ARAÚJO, E. J. G. D.; PÉLLICO, S.; SCOLFORO, J. R. S.; *et al*. Sustainable management of *Eremanthus erythropappus* in Minas Gerais, Brazil–a review. **Floresta e Ambiente**. v. 25, n. 3, p. x-x, 2018.

BRIFFA, K. R.; JONES, P. D.; SCHWEINGRUBER, F. H.; *et al*. . Calor incomum do verão do século XX em um registro de temperatura de 1.000 anos da Sibéria. **Nature**. v. 376, n. 6536, p. 156-159, 1995.

CHAGAS, M. P.; LISI, C. S.; TOMAZELLO FILHO, M. Caracterização macro e microscópica da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*, Asteraceae). **Revista Brasileira de Biociências**. v. 5, n. S1, p. 156-158, 2007.

COOK, E.R.; HOLMES, R.L. **Program ARSTAN user manual: laboratory of tree ring research.** Tucson: University of Arizona, 1984.

DOUGLASS, A.E. Crossdating in dendrochronology. **Journal of Forestry.** v. 39, p. 825-831, 1941.

HOLMES, R.L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. **Tree-Ring Bulletin**. v. 43, p. 69-78, 1983.

IAWA Committee. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA**

Bulletin. v. 10, n. 3, p. 201- 232, 1989.
MORI, C. L. S. O.; MORI, F. A.; MENDES, L. M. Caracterização anatômica, química e física da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Cerne**. v. 16, c. 4, p. 451-456, 2010.

MORI, C.S.L.O.; BRITO, J.O.; SCOLFORO, J.R.S.; *et al*. Influence of altitude, age and diameter on yield and alpha-bisabolol content of candeia trees (*Eremanthus erythropappus*). **Cerne**. v. 15, n. 3, p. x-x, 2009.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**. v. 11, n. 5, p. 1633–1644, 2007.

OLIVEIRA, A. D.; RIBEIRO, I. S. A.; SCOLFORO, J. R. S.; *et al*. . Análise econômica do manejo sustentável da candeia. **Cerne**. v. 16, c. 3, p. 335-345, 2010.

PEREZ, J.F.M. **Sistema de manejo para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil:** manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgard Blucher, 1979.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C**. Manejo Sustentável da Candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012.

SPECIES LINK. Disponivel em: https://specieslink.net Acesso em: mar/2024.

STOKES, M. A.; SMILEY, T. L. **An introduction to tree-ring dating**. Tucson: University of Arizona Press, 1996.

SCHWEINGRUBER, F. **Tree rings and environment dendroecology**. 1 ed. Berne: Paul Haupt, 1996.

WIGLEY, T. M. L.; BRIFFA, K. R.; JONES, P. D. Sobre o valor médio de séries temporais correlacionadas, com aplicações em dendroclimatologia e hidrometeorologia. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**. v. 23, n. 2, p. 201-213, 1984.