

Aplicabilidade da ANATRO para análise da idade e crescimento: Estudo de caso da espécie amazônica *Qualea dinizii* Ducke

Evanil Almeida Cruz^{1*}, Cyro Matheus Cometti Favalessa¹, Fábio Abel Moscovich², Samara de Souza Ferreira³, Ronaldo Drescher¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Cuiabá, MT, Brasil

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria, Santa Cruz, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina

³ Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Cuiabá, MT, Brasil

Original Article

*Corresponding author:
evanilcruz@gmail.com

Received in:
19/05/2025

Accepted on:
24/12/2025

Published in:
24/08/2026

DOI:
<https://doi.org/10.34062/jq.njvc38>



RESUMO: O estudo teve como objetivo avaliar a aplicação da ANATRO como uma ferramenta alternativa para determinar a idade e o crescimento da espécie amazônica *Q. dinizii* Ducke. As amostras foram coletadas em floresta natural, no bioma Amazônia, noroeste de Mato Grosso. A pesquisa foi conduzida por meio da metodologia Análise de tronco completa - ANATRO e do inventário florestal. As análises abrangeram cálculos do Incremento Corrente Anual (ICA) e do Incremento Médio Anual (IMA) da taxa de crescimento acumulado das árvores A0, A1, A2, A3 e A4 de *Q. dinizii* Ducke em função das idades. Os resultados indicaram a periodicidade dos anéis de crescimento para a espécie, possibilitando de forma positiva a reconstrução parcial do crescimento em altura, diâmetro (raio) e a determinação das idades das árvores para a espécie amazônica *Q. dinizii*, sendo: 144 anos para a árvore A0; A1 com 79 anos; A2 com 74 anos; A3 com 47 anos e A4 com 96 anos. A pesquisa contribui com dados anuais da taxa de crescimento da espécie amazônica, auxiliando como indicadores de intervenção na floresta. A aplicabilidade da ANATRO demonstrou-se eficaz como ferramenta de suporte nas práticas de monitoramento do manejo florestal sustentável da região, para determinar a idade, avaliar o crescimento e servir de subsídio para estimar a produção futura da floresta por meio do estudo dos anéis de crescimento.

Palavras-chave: análise de tronco; anéis de crescimento; dendrocronologia; manejo florestal; Amazônia.

Applicability of ANATRO for age and growth analysis: Case study of the Amazonian species *Qualea dinizii* Ducke

ABSTRACT: The study aimed to evaluate the application of ANATRO as an alternative tool for determining the age and growth of the Amazonian species *Q. dinizii* Ducke. The samples were collected in a natural forest in the Amazon biome, northwest of Mato Grosso. The research was conducted using the Complete Trunk Analysis (ANATRO) methodology and forest inventory. The analyses included calculations of the Current Annual Increment (CAI) and Average Annual Increment (MAI) of the cumulative growth rate of trees A0, A1, A2, A3, and A4 of *Q. dinizii* Ducke as a function of age. The results indicated the periodicity of growth rings for the species, enabling the partial reconstruction of growth in height, diameter (radius), and the determination of the ages of trees for the Amazonian species *Q. dinizii*, as follows: 144 years for tree A0; A1 with 79 years; A2 with 74 years; A3 with 47 years; and A4 with 96 years. The research contributes annual data on the growth rate of the Amazonian species, serving as indicators for forest intervention. The applicability of ANATRO has proven effective as a support tool in sustainable forest management monitoring practices in the region, to determine age, assess growth, and as a basis for estimating future forest production through the study of growth rings.

Keywords: stem analysis; growth rings; dendrochronology; forest management; Amazon.

Introdução

A floresta natural é um recurso renovável de grande valor e versatilidade, provido pela natureza à humanidade, uma vez que oferece produtos e serviços de natureza econômica, ambiental, social, cultural e científica (Souza e Soares, 2013). Além disto, as florestas tropicais desempenham um papel fundamental como fonte de subsistência para milhões de pessoas que dependem diretamente de seus recursos naturais (Phillips et al., 2004).

A floresta Amazônica é um dos ecossistemas mais ricos e biodiversos do planeta, e o manejo florestal sustentável é essencial para preservar sua integridade. Contudo, enfrenta desafios significativos devido à exploração madeireira ilegal, desflorestamento para a agricultura e pecuária, mineração e mudanças climáticas, ameaçando sua integridade ecológica e colocando em risco o equilíbrio ambiental e socioeconômico da região. Portanto, o manejo sustentável e a conservação desses ecossistemas são essenciais para garantir sua preservação e uso responsável dos recursos naturais para as gerações futuras (Brasil, 1988).

Conceitualmente, o Manejo Florestal é um conjunto de técnicas direcionadas a utilização de recursos florestais madeireiros e não madeireiros, resultando na geração de benefícios sociais, econômicos e ambientais, minimizando a produção de resíduos, aumentando a produtividade e menor impacto à floresta remanescente (Bona et al., 2015).

O manejo florestal é regulamentado pela Lei nº 12.651/2012, que promove o uso sustentável das florestas sem comprometer sua conservação, instituindo novos parâmetros para a proteção e preservação dos recursos naturais presentes nesse ecossistemas. Além disso, os principais regulamentos vigentes para o manejo florestal na Amazônia são a Instrução Normativa nº 5, de 2006, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), e a Resolução n.º 406, do CONAMA de 2009.

A produtividade de uma floresta plantada ou floresta natural é monitorada por meio da avaliação do incremento das árvores individuais, de uma floresta ou de um povoamento florestal. Uma maneira para conduzir tais análises é por meio da realização de inventários florestais contínuos executados em parcelas permanentes que são mensuradas periodicamente, que são fontes usuais de dados para estudos de crescimento de povoamentos florestais (Barusso 1977; Finger 1992; Nutto et al., 2012; Drescher 2004; Vendrusculo et al., 2018; Topanotti et al., 2021).

A ausência de instalações e medições de parcelas permanentes que geram dados confiáveis e contínuos reflete de forma desfavorável na gestão florestal. Deste modo os estudos direcionados por meio de ferramenta aplicada pela análise de tronco (ANATRO), vem para suprir a carência desses dados para estudos de crescimento e produção no manejo florestal (Barusso, 1977; Finger, 1992; Drescher, 2004; Campos e Leite, 2009; Vendrusculo et al., 2018). Pesquisas são fundamentais para orientar escolhas assertivas quanto aos métodos a serem utilizados e para

estimar a produção dos diversos produtos que podem ser obtidos da floresta (Husch et al., 2002).

Dessa forma, a ANATRO possibilita obtenção de dados de estudos sobre a história de crescimento das árvores, em altura, em diâmetro e em volume, por meio da contagem e mensuração dos anéis de crescimento (Imaña Encinas et al., 2005; Laar e Akça, 2007; Campos e Leite, 2009). Com a análise de seções transversais retiradas ao longo do fuste é possível determinar a idade e reconstruir o padrão de crescimento de uma determinada espécie arbórea em períodos diferentes de sua existência, em nível de árvore individual (Barusso, 1977).

A largura dos anéis de crescimento traz importantes informações sobre a planta e sua interação com o meio. Anéis com larguras maiores indicam períodos favoráveis de crescimento rápido, e anéis com larguras menores indicam períodos desfavoráveis, com baixos incrementos e crescimento lento (Burger e Richter, 1991). Os anéis de crescimento são utilizados como base de dados em várias áreas científicas, como dendrometria, ecologia e dendrocronologia (Soares Filho, 2014). Eles ajudam a investigar a idade e a taxa de crescimento das árvores tropicais e subtropicais (Botosso e Tomazello-Filho, 2001). No entanto, apesar da relevância, o método possui dificuldades quanto à sua aplicação, principalmente devido à complexidade na identificação dos anéis de crescimento em espécies tropicais, especialmente em florestas nativas (Andrade et al., 2019). Pesquisas sobre os anéis de crescimento em árvores tropicais vem se desenvolvendo nessa região devido as características climáticas e sazonais que contribuem para a formação desse anéis (Boninsegna et al., 2009; Roquette 2019; Andrade et al., 2019).

As espécies amazônicas estão inseridas em florestas inequiduais tropicais. São florestas de maior heterogeneidade e variabilidade em seu conjunto de dados (Vieira et al., 2022). Um dos maiores desafios para a gestão sustentável das florestas tropicais naturais é a obtenção de informações sobre os fatores que influenciam seu crescimento (Orso et al., 2024) e as taxas de crescimento, que podem variar significativamente entre espécies e condições ambientais (Edwards et al., 2014; Fortini et al. 2015; Andrade et al., 2019). Esses aspectos precisam ser considerados para desenvolver estratégias eficazes de conservação e implementação de práticas de manejo florestal para a manutenção da floresta em pé.

Qualea dinizii Ducke (Vochysiaceae) é uma espécie nativa, não endêmica do Brasil (Flora do Brasil, 2024), e está entre as famílias mais ricas em espécies na Amazônia, abrangendo aproximadamente 250 espécies distribuídas em oito gêneros: *Qualea* Aubl., *Ruizterania* Marc.-Berti, *Vochysia* Aubl., *Erismia* Rudge., *Salvertia* St.-Hil., *Callisthene* Mart., *Korupodendron* Litt & Cheek e *Erismadelphus* Mildbr. É uma espécie neotropical encontrada para seis gêneros no Brasil, com ampla distribuição nas Américas Central e do Sul (Shimizu et al., 2020). No Brasil, a espécie ocorre em várias fitofisionomias: Floresta de Terra Firme, Floresta de

Várzea, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial), Restinga, Savana Amazônica e Floresta Estacional Semidecidual (Flora do Brasil 2024; Cruz e Drescher,

2025).

Como características principais, destaca-se a sua madeira, que apresenta alta densidade (Lorenzi, 2002; Massing et al., 2022) e caracteres estruturais semelhantes, com boa trabalhabilidade, aptidão física e mecânica, no que diz respeito à facilidade de tornear, acabamento e colagem (De Araújo, 2007; Silva et al., 2021). As taxas médias anuais de incremento em diâmetro, atinge o seu máximo Incremento Corrente Anual - ICA de 0,80 cm.ano com 122 anos. O Incremento Médio Anual (IMA) estimado é de 0,47 cm.ano, com um diâmetro de 68,00 cm aos 144 anos (Cruz e Drescher, 2025).

Nesse sentido, faz-se necessário conhecer a periodicidade anual de crescimento para as espécies nativas. Buscar conhecimentos científicos diante da complexidade e carência de dados quanto a capacidade produtiva, ciclo de corte, senescência e o tempo de regeneração da floresta natural.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo a aplicabilidade da análise de tronco completa (ANATRO) como um método alternativo para determinar idade, reconstruir o crescimento do tronco e monitorar o crescimento da espécie amazônica *Q. dinizii*.

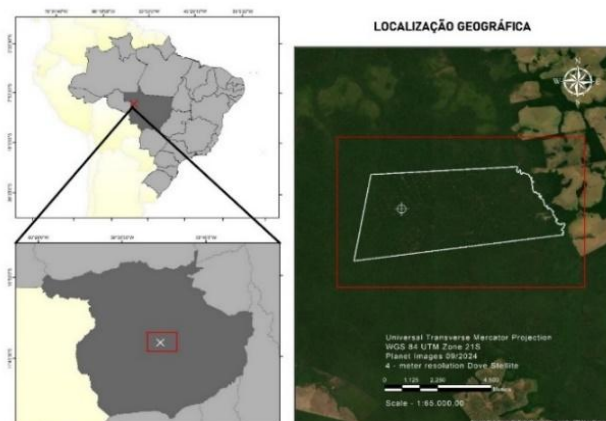
Material e Métodos

Localização e descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Juína, região noroeste do estado de Mato Grosso, Brasil, em um fragmento de floresta natural primária, com área de total de 340,28 hectares, sob regime de manejo florestal sustentável (Figura 1). A área é caracterizada por fitofisionomia predominante de Floresta Estacional Semidecidual Submontana com dossel emergente inserida no bioma Amazônia (IBGE, 2012; Silva et al., 2023; Cruz e Drescher, 2025). O clima da região é tropical quente e úmido, do tipo "Am", caracterizado pela sazonalidade climática com alternância entre duas estações climáticas definidas, chuvosa e seca (Alvares et al., 2013).

A precipitação pluviométrica média anual na região é de 2.200 mm e em período seco, pode ocorrer precipitação abaixo de 60 mm, com temperatura média anual de 24°C e máxima de 40°C (IBGE, 2012; Silva et al., 2023; Cruz e Drescher, 2025).

Figura 1. Localização e descrição da área com fragmento de floresta natural de terra firme onde foi conduzido o estudo. Fonte: Acervo dos autores



Escolha da espécie estudada

A escolha da espécie arbórea nativa do estudo foi por meio dos dados prévios do inventário florestal pré-exploratório do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). O critério inicial para a seleção da espécie foi dentre as dez espécies que se destacaram no inventário florestal, considerando a maior expressividade quanto ao Índice do Valor de Importância (IVI), de acordo com o levantamento fitossociológico da Estrutura Horizontal do PMFS, Tabela 1. Dentre as dez espécies listadas foram selecionadas as três espécies (*Erismia uncinatum*, *Qualea dinizii* e *Mezilaurus itaúba*). Na sequência em campo, o critério de escolha foi para a espécie que apresentou o registro da marcação dos anéis de crescimento em camadas visíveis a olho nu, quando observadas na seção transversal, para a aplicação da ANATRO.

A metodologia ANATRO foi adaptada de Barusso (1977), adotando as etapas a seguir em campo: localização das árvores, procedimento de marcação, mensuração e obtenção de dados da árvore antes da derrubada, como altura do toco (h_t) 0,15 m e diâmetro à 1,30m do solo (D).

Tabela 1 - Valores fitossociológicos da Estrutura Horizontal das espécies do inventário florestal, ordenados pelo IVI.

Nome Científico	Abundância		Frequência		Dominância		IVI	VC
	Abs.	Rel.	Abs.%	Rel.	Abs.	Rel.		
<i>Caryocar villosum</i> Aubl. (Caryocaraceae)	991,000	9,318	97,11	4,935	9,464	9,47417	23,728	18,79246
<i>Mezilaurus itaúba</i> Meisn. Taub. ex Mez (Lauraceae)	1124,000	10,569	95,95	4,876	7,673	7,68183	23,127	18,25071
<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke (Fabaceae)	600,000	5,642	85,55	4,348	11,513	11,52560	21,515	17,16735
<i>Qualea dinizii</i> Ducke (Vochysiaceae)	928,000	8,726	90,75	4,612	7,289	7,29738	20,635	16,02329
<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke (Fabaceae)	647,000	6,084	90,75	4,612	6,016	6,02267	16,719	2,10636
<i>Erismia uncinatum</i> Warm. (Vochysiaceae)	484,000	4,551	83,82	4,260	7,255	7,263020	16,074	11,81403
<i>Hymenaea courbaril</i> L. (Fabaceae)	649,000	6,102	91,33	4,642	4,067	4,07137	14,815	10,17386
<i>Anemopaegma arvensis</i> Vell. (Bignoniaceae)	456,000	4,288	85,55	4,348	4,170	4,17472	12,810	8,46245
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav. (Moraceae)	499,000	4,692	80,35	4,084	3,646	3,65023	12,426	8,34228
<i>Anacardium giganteum</i> W.Hancock ex Engl. (Anacardiaceae)	357,000	3,357	82,66	4,201	3,915	3,91916	11,477	7,27600
<i>Dipteryx odorata</i> Aubl. (Fabaceae)	376,000	3,535	73,99	3,760	3,432	3,43630	10,732	6,97180
<i>Sclerolobium paraense</i> Huber (Caesalpiniaceae)	384,000	3,611	71,68	3,643	3,038	3,04134	10,295	6,65206
<i>Goupia glabra</i> Aubl. (Goupiaceae)	338,000	3,178	40,46	2,056	3,809	3,81369	9,048	6,99188
<i>Enterolobium barnebianum</i> Mesquita & M.F. Silva (Mimosaceae)	232,000	2,181	56,07	2,850	2,264	2,26642	7,298	4,44790
<i>Bowdichia nítida</i> Spruce ex Benth. (Fabaceae)	227,000	2,134	71,68	3,643	1,213	1,21417	6,992	3,34863

Abs. Absoluta, Rel. relativa, Abs.% absoluto em percentual, IVI Índice de Valor de Importância, IVC Índice de Valor de Cobertura. Fonte: Adaptado pelos autores, baseado nos dados da Estrutura Horizontal, Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS. Fonte: Cruz e Drescher, (2025).

Para obter a altura total (H) esticou-se uma trena sobre a árvore para medir o comprimento total com acurácia (Figura 3C). Na sequência, foram posicionadas no fuste as alturas relativas (hi) para a retirada das fatias da base até o galho principal da copa (Figura 3D). Considerou-se para cada fatia a espessura de aproximadamente 20 cm. As medições em campo foram realizadas utilizando os instrumentos: suta e trena.

Figura 3. Etapas executadas em campo para marcação, mensuração e obtenção dos dados das árvores de *Q. dinizii*. A – Marcação. B e C – Mensuração. D – Árvore derrubada para retirada das fatias. Fonte: Cruz e Drescher, (2025)



Tabela 2 - Distribuição das árvores amostradas de *Q. dinizii* em relação aos dados do diâmetro e da altura total mensurados em campo

Espécie	Árvores	D (cm)	H (m)
<i>Q. dinizii</i>	A0	70,00	38,00
	A4	38,83	35,00
	A3	25,14	23,00
	A2	24,82	26,00
	A1	23,23	28,00

A0, A1, A2, A3 e A4: denominações das árvores amostradas de *Q. dinizii*; D: diâmetro a 1,30 m do solo, em centímetros; H: altura total, em metros.

Derrubada das árvores

A técnica utilizada para a derrubada da árvore foi o corte direcional, determinando a direção de queda natural da árvore (Nogueira et al., 2011). Essa técnica visa atender os princípios

fundamentais: preservar as árvores remanescentes, matrizes e não inventariadas, os desperdícios de materiais; minimizar os danos à floresta, promover a recuperação florestal, evitar os acidentes mais comuns na operação e facilitar a logística operacional.

Além de atender a proposta da pesquisa, em preservar a fatia da base, evitando danos e cisalhamento das fatias, pois é onde se encontra o registro dos anéis de crescimento para determinar a idade da árvore.

Retirada e transporte das fatias

Com o auxílio de um motosserrista, realizou-se a retirada das fatias nos pontos fixos marcados ao longo do fuste da árvore, da base até a primeira bifurcação do galho principal (Figura 4A-C). Para a árvore A0, as fatias foram retiradas nas alturas de 0,20 m, 6,20 m, 11,40 m, 19,00 m e 30,00 m, totalizando cinco fatias. Para as árvores A1, A2, A3 e A4, as fatias foram retiradas nas alturas de 0,20 m e 1,30 m, e em seguida nas seguintes alturas: A1: 20,00 m, A2: 18,00 m; A3: 15,00 m e A4: 25,00 m. As alturas para retirada das fatias foram adaptadas conforme a logística operacional para reduzir o desperdício de madeira, mantendo a integridade das amostras e o estudo dos anéis de crescimento.

Cada fatia foi identificada com número da árvore, ordem de retirada, altura do ponto de retirada e nome da espécie usando lápis-cópia. Em seguida, as fatias foram ordenadas (Figura 4C) e embaladas em sacos de aniagem e transportadas ao Laboratório de Usinagem e Processamento da Madeira – FENF/UFMT.

Figura 4. Etapas executadas em campo para retiradas das fatias. A – Retirando as fatias nas alturas ao longo do fuste. B e C – Fatias identificadas e ordenadas para o transporte. Fonte: Cruz e Drescher, (2025)



Preparação das fatias

Secagem e polimento

No Laboratório de Usinagem e Processamento da Madeira – FENF/UFMT, as fatias foram acondicionadas e dispostas em pé sobre paletes de madeira para secagem a temperatura ambiente. O tempo de transporte das fatias até o local de secagem é de suma importância e deve ser trabalhado cuidadosamente para evitar atraso e provocar danos como ataque de fungos as fatias, devido ao excesso de umidade que ainda existe nas fatias, e não colocar em risco todo o trabalho realizado em campo e perda do material de estudo.

Quando secas, as fatias foram lixadas e polidas as faces superiores (secção transversal), com lixas d'água, considerando os níveis de granulometria na ordem crescente (80, 100, 120, 180, 220, 320, 400, 500, 600 e 2000, em grãos/mm²) até a obtenção de uma superfície plana e melhor visualização das camadas de crescimento para a demarcação, contagem e mensuração dos anéis. Para o polimento das fatias foi utilizado a lixadeira industrial - cinta (rolo) para lixa 80 grãos/mm² e para as lixas de 100 grãos/mm² a 2000 grãos/mm², a lixadeira orbital - treme-treme.

Marcação dos raios

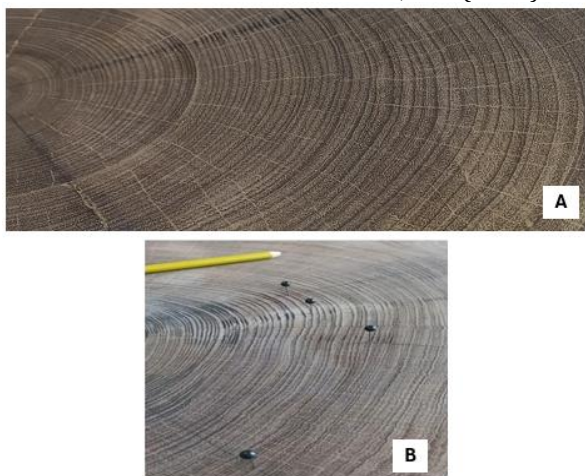
Após o polimento de todas as fatias, para a mensuração da largura dos anéis de crescimento, foi traçado quatro raios em cada fatia, utilizando uma régua de precisão milimétrica (mm). Para a marcação dos raios, considerou-se o raio maior, definido como sendo o raio guia da fatia (R0), após a definição do raio guia, no sentido horário, considerando uma orientação do ângulo medido de 45° traçou-se o primeiro raio (R1), e na sequência, o segundo raio (R2) e assim sucessivamente até a obtenção dos quatro raios (R1, R2, R3 e R4) nas fatias que formam entre dois diâmetros em 90 graus.

Identificação, marcação, contagem e mensuração dos anéis de crescimento

A mensuração, marcação e a contagem dos anéis de crescimento de cada fatia foram efetuadas sobre os raios traçados, com o uso de uma régua milimetrada, considerou-se coincidir o zero da régua com a medula da fatia. A leitura foi realizada no sentido casca-medula para todas as fatias, iniciando-se pela fatia retirada da base.

Para as fatias de maiores diâmetros e pelas quantidades de anéis de crescimento (Figura 5A), foi necessário adotar a técnica de marcações dos anéis de crescimento em “frações”, encontrando um anel de crescimento como referência (idade de referência), sinalizando as marcações por meio de alfinetes, para todos os raios marcados até realizarem seu fechamento e contagem em toda circunferência da seção transversal, em cada raio, (Figura 5B).

Figura 5. Identificação, marcação, contagem e mensuração dos anéis de crescimento. Análise da fatia da base. A – Anéis de crescimento demarcados na seção transversal. B – Marcação e contagem dos anéis de crescimento em “frações” sinalizando a idade (anos) de referência entre os raios. Fonte: Cruz, E. A (2024)



Para validação e conferência dos dados de marcação, leitura e mensuração dos anéis de crescimento ao longo dos raios marcados, foram utilizadas lupas nas fatias de maior diâmetro e microscópio binocular nas fatias de menor diâmetro. As fatias menores foram digitalizadas para auxiliar na análise. As atividades desenvolvidas para a obtenção dos dados, valores e análise de tronco completa foram

conduzidas no Laboratório de Manejo Florestal – FENF/UFMT.

Durante a identificação e mensuração dos anéis de crescimento, os anéis que não apresentaram uma formação concêntrica e completa em todos os raios marcados, foram desconsiderados no momento da medição. Ao final, os dados obtidos da leitura, contagem e mensuração dos anéis de crescimento foram anotados na ficha de ANATRO.

Processamento dos dados

Os valores mensurados foram transcritos e sistematizados no *Software Microsoft Excel®* (2021), obtendo-se a média aritmética entre os quatro raios medidos de cada fatia, em suas respectivas alturas que foram retiradas em campo.

O crescimento em diâmetro, em centímetros, por idade da árvore foi calculado pela fórmula (1):

$$d = (\sum Ri \div 4) \times 2 \quad (1)$$

Em que: d = diâmetro (mm) e Ri = raio.

A altura total foi mensurada em campo após a derrubada das árvores. As alturas totais correspondentes a cada idade foram determinadas a partir da altura total por meio do método paralelismo (Barusso, 1977; Rosot et al. 2003). A altura estimada da árvore em uma determinada idade foi representada graficamente por interpolação, mostrando a relação entre altura por diâmetro e altura por idade.

Considerando a geometria plana entre as retas paralelas e uma reta transversal formados por ângulos agudos congruentes (α) e menores de 90° que expressam as medidas em várias alturas e diâmetros, sendo hi (m) altura até a i -ésima seção do fuste e di (cm) diâmetro a uma altura hi do fuste.

O incremento corrente anual (ICA) e incremento médio anual (IMA) foram determinados a partir da altura (h), diâmetro (dap 1,30m) e área de seção transversal (g) do fuste de cada árvore de *Q. dinizii*, utilizando as fórmulas (2) e (3), respectivamente

Os dados relativos ao incremento anual em diâmetro foram obtidos subtraindo o incremento anual do diâmetro atual das árvores. Estes dados são necessários para a construção dos gráficos de incrementos ICA e IMA em relação às variáveis dendrométricas de interesse para o estudo, em função da idade (anos) e a determinação dos estágios de crescimento, que indicam a idade técnica de intervenções na floresta.

Para o cálculo de ICA e IMA foram usadas as seguintes expressões matemáticas:

$$ICA = Y - Y' \quad (2)$$

Em que: ICA = Incremento Corrente Anual (cm/arv/ano); Y = valor medido no ano atual (cm); Y' = valor medido no ano anterior (cm).

$$IMA = Y \div t \quad (3)$$

Em que: IMA = Incremento Médio Anual (cm/arv/ano); Y = valor produzido em função da idade t (anos); t = Idade da árvore/povoamento (anos).

Reconstrução gráfica do crescimento em altura e diâmetro do tronco das árvores de *Q. dinizii*

A reconstrução gráfica do tronco das árvores de *Q. dinizii* foi a partir dos valores médios dos raios medidos (R_i) e diâmetros (d_i) nas alturas relativas (h_i) obtidos pela ANATRO, na etapa de contagem e mensuração dos anéis de crescimento, conforme descrito na metodologia dessa pesquisa.

Resultados e Discussão

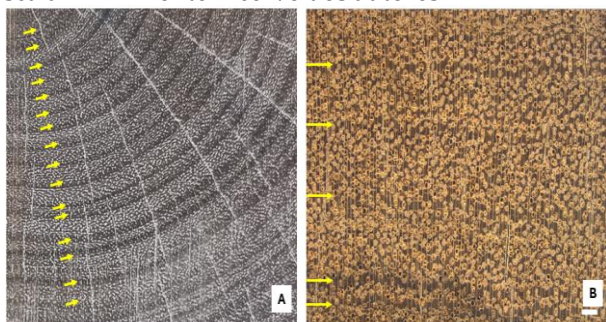
Análise de Tronco completa – ANATRO

Descrição dos anéis de crescimento

Para a espécie *Q. dinizii*, observou-se anéis de crescimento distintos, visíveis a olho nu e sob lupa conta-fios 10X. Com os dados obtidos pela ANATRO foi possível observar a periodicidade anual de crescimento, visto que os anéis de crescimento se apresentam com formação em camadas anuais de crescimento demarcadas por zonas fibrosas mais escuras vista na seção transversal da fatia lixada (Figura 6).

Avaliou-se que a formação dos anéis de crescimento ocorre anualmente, porém o incremento da largura dos anéis de crescimento era mais estreito, principalmente na região da medula e do alburno, próximo à casca.

Figura 6. Anéis de crescimento (setas amarelas) da espécie *Q. dinizii* Ducke, com registro das camadas de crescimento anuais distintos demarcadas por zonas fibrosas escuras, vista na seção transversal. A Visualização dos anéis sem lente de aumento na fatia lixada (ANATRO). B – Visualização dos anéis sob lente de estereomicroscópio Leica M205C (MACRO), Barra de escala: 1mm. Fonte: Acervo dos autores



Idade das árvores de *Q. dinizii*

A identificação, marcação, contagem e mensuração dos anéis de crescimento nas fatias que foram retiradas na base das árvores, por meio da ANATRO, permitiram determinar as idades das árvores de *Q. dinizii*, considerando os dados mensurados em campo para o D, H apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Idades das árvores A0, A1, A2, A3 e A4 de *Q. dinizii* em relação aos dados do Diâmetro e Altura total mensurados em campo

Espécie	Árvores	D (cm)	H (m)	Idades
<i>Q. dinizii</i>	A0	70,00	38,00	144
	A4	38,83	35,00	96
	A3	25,14	23,00	47
	A2	24,82	26,00	74
	A1	23,23	28,00	79

A0, A1, A2, A3 e A4 denominações das Árvores amostradas de *Q. dinizii*, D Diâmetro à 1,30 m do solo, em centímetros, H Altura total, em metros.

A análise da Tabela 3, revela informações importantes sobre o crescimento das árvores de *Q. dinizii* em função da idade. A árvore A0 apresenta o maior diâmetro (70,00 cm) e altura (38,00 m) com uma idade de 144 anos, evidenciando o seu crescimento ao longo do tempo. A árvore A4, com 96 anos, possui um diâmetro de 38,83 cm e uma altura de 35,00 m, demonstrando um crescimento mais moderado em comparação com a A0. Enquanto, a árvore A3, de 47 anos, com diâmetro de 25,14 cm e altura de 23,00 m, o que indica um crescimento inicial mais acelerado, que posteriormente tende desacelerar.

As árvores A2 e A1, com 74 e 79 anos, respectivamente, apresentam diâmetros próximos (24,82 cm e 23,23 cm) e alturas de 26,00 m e 28,00 m, respectivamente, sugerindo um padrão de crescimento semelhante nesta faixa etária intermediária.

Esses dados permitem observar que, à medida que as árvores envelhecem, há um aumento tanto no diâmetro quanto na altura, mas o ritmo desse crescimento pode variar significativamente entre as árvores da espécie. As árvores de grande porte e com idades mais avançadas são mais suscetíveis às condições adversas provocados pelas secas e estresse hídrico em florestas estacionais que podem influenciar diretamente no crescimento em diâmetro de árvores tropicais (Corlett 2016; Kulevicz et al. 2020).

Nas florestas nativas da Amazônia, é esperado um elevado grau de heterogeneidade nos conjuntos de dados devido à grande diversidade de espécies e à variação natural entre os indivíduos. Diversos fatores influenciam a taxa de crescimento e o desenvolvimento das árvores amazônicas. Entre os fatores endógenos, destacam-se a idade das árvores, características morfológicas e fisiológicas (fenotípicas), variabilidade genética e interações competitivas intra e interespecíficas (Prodan et al., 1997; Miehle et al., 2009; Atanázio et al., 2017; Sanquetta et al., 2017). Já entre os fatores exógenos, podem ser citados a qualidade do sítio, as condições edafoclimáticas, aspectos topográficos e microclimáticos, que variam significativamente entre regiões. Esses elementos, em conjunto, regulam o ritmo de crescimento e contribuem para a complexidade da dinâmica florestal amazônica (Campos e Leite, 2017; Corrêa et al., 2018; Vieira et al., 2022).

Reconstrução gráfica do crescimento em altura e diâmetro do tronco das árvores

Foi possível determinar a frequência anual do crescimento para *Q. dinizii*, por meio da reconstrução gráfica parcial do perfil do tronco, com base nos dados médios dos raios (R_i) mensurados nas fatias, diâmetros (d_i) nas alturas relativas (h_i) e anéis de crescimento em função da idade, apresentadas na Figura 7. Os gráficos apresentam a visualização do crescimento em altura e diâmetro com a reconstrução do tronco para as árvores de *Q. dinizii* ao longo dos anos.

Incrementos (ICA e IMA) das árvores A0, A1, A2, A3 e A4 de *Q. dinizii* em função da idade (t): H, DAP, G.

Os gráficos apresentados na Figura 8A-B ilustram as diferentes fases de crescimento da espécie, assim como a análise dos dados médios do Incremento Corrente Anual (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA) das árvores A0, A1, A2, A3 e A4 em função da idade, sugerindo um padrão de crescimento específico e acumulado ao longo do tempo para a espécie. Inicialmente, o ICA cresce rapidamente nos primeiros anos de vida. Esse ritmo de crescimento estabiliza e diminui, aproximando-se do IMA, que representa a média do crescimento ao longo da vida da árvore.

Observou-se baixa taxa de incremento durante as fases iniciais de desenvolvimento da espécie, possivelmente relacionada ao período de adaptação às condições da floresta (Figura 8A).

No entanto, os dados sugerem que houve uma aceleração no crescimento natural, à medida que a espécie passou a dominar o dossel emergente. Após esse estágio, o crescimento voltou a se estabilizar, seguido por uma nova redução na taxa de incremento. Características de espécies intolerante a sombra, que necessitam de luz para germinar ou se estabelecer como plântulas (Souza et al. 2017; Andrade et al. 2017; Oliveira et al. 2017).

O estudo dos incrementos é fundamental para determinar o momento mais adequado para manejo florestal. A análise dos incrementos médios anuais (ICA e IMA) pode indicar o período ideal para realizar intervenções, como colheita ou planejamento silvicultural, promovendo sustentabilidade e produtividade da floresta (Flores, et al. 2023).

Com o estudo da descrição dos anéis de crescimento por meio da ANATRO, observaram-se, para a espécie *Q. dinizii*, camadas de crescimento anuais distintas demarcadas por zonas fibrosas escuras visíveis a olho nu e sob lente de aumento, o que favoreceu a determinação da idade das árvores. A ocorrência dos anéis de crescimento, nas angiospermas dicotiledôneas, ou folhosas, é caracterizada pela presença de estruturas anatômicas específicas, como a faixa de células parenquimáticas nos limites dos anéis de crescimento, formando uma linha tênue de tecido mais claro (Burger e Richter, 1991; Soares Filho, 2014).

Além disso, durante a análise dos anéis de crescimento observou-se pouca ocorrência de falsos anéis, que foram detectados como anéis descontínuos e que não se estendiam entre os raios de medições. Os falsos anéis não são tão marcantes quanto os anéis verdadeiros e, geralmente, não se estendem por toda

circunferência da seção transversal (Husch et al., 2002). Um ano desfavorável ao crescimento, um estímulo cambial originário das pontas do tronco, pode nunca atingir a base do caule, o que faz com que seja mais provável a ocorrência de falsos anéis anuais de crescimento nas proximidades da copa que em regiões da base do tronco (Fritts, 1971).

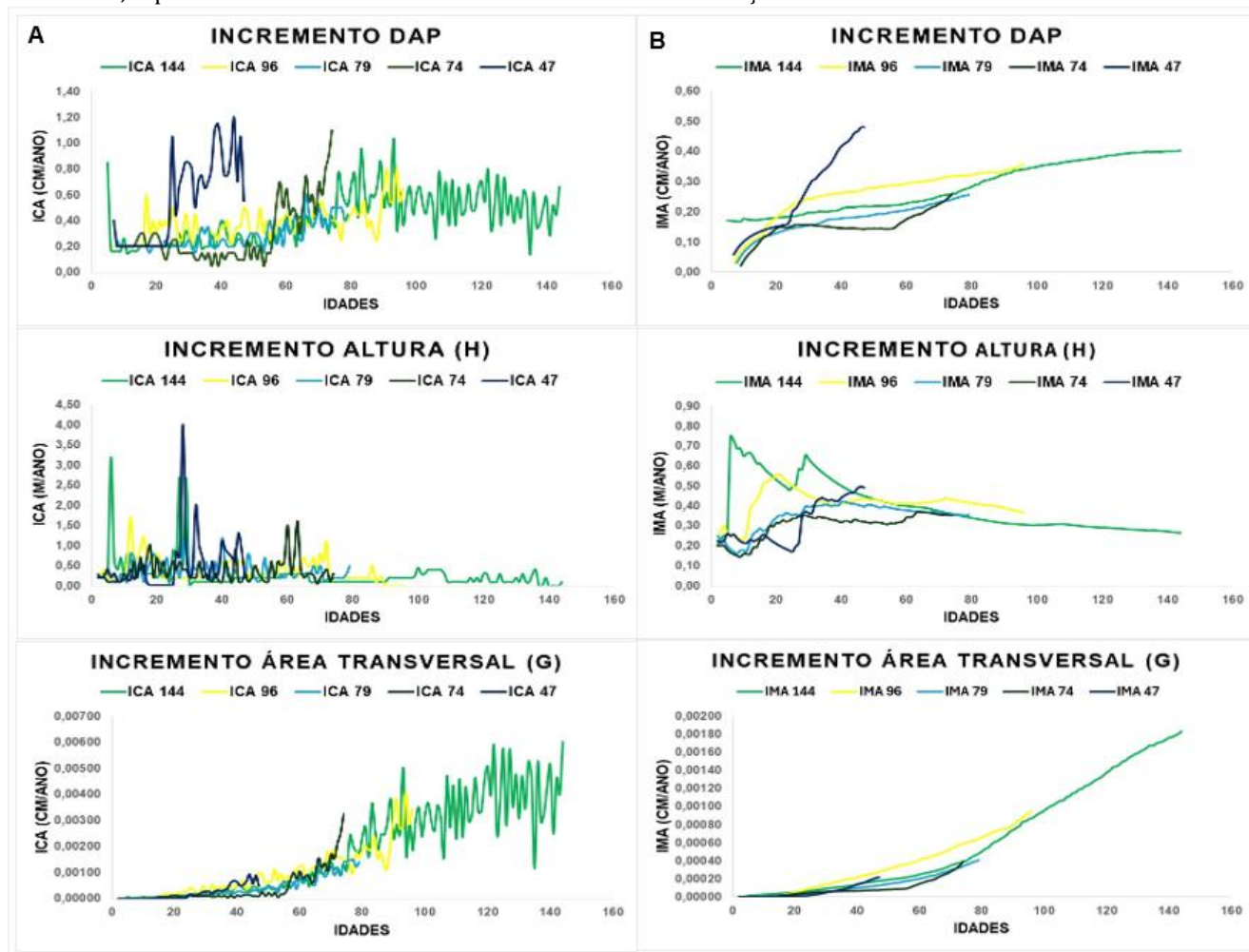
No estudo em questão, as idades determinadas para a espécie *Q. dinizii*, por meio da análise dos anéis de crescimento, foram semelhantes às encontradas em outros estudos, bem como em outras espécies de florestas de terra firme da Amazônia (Andrade et al. 2019; Miranda et al. 2018; Locosselli et al. 2017; Free et al. 2014; Oliveira 2014; Lobão 2011; Jenkins, 2009).

Determinar a idade das árvores e suas taxas de crescimento é essencial para implementar uma política de conservação que mitigue as influências sobre o ambiente (Roig e Zevallos Pollito 2009). Dessa forma, as inferências sobre a dinâmica florestal passada podem auxiliar no manejo da floresta na Amazônia e podem ser realizadas a partir de distribuição da idade e características dos anéis de crescimento (Lopez; Villalba e Bravo, 2013).

A reconstrução do incremento torna possível, a qualquer momento, a modelagem do incremento periódico como variável dependente, proporcionando a diluição de possíveis erros de estimativa, corrigindo a flutuação do crescimento intra-anual, que é decorrente das condições ambientais (Zanon e Finger, 2010).

Este estudo limita-se à aplicabilidade da metodologia ANATRO para determinar a idade e monitoramento do crescimento da espécie. No entanto, são necessários estudos relacionados as variáveis meteorológicas, climáticas e genéticas para compreender melhor a correlação existente.

Figura 8. A - Incremento Corrente Anual (ICA) e B – Incremento Médio Anual (IMA) das árvores A0, A1, A2, A3 e A4 de *Q. dinizii*. Altura total (H), Diâmetro com casca a altura do peito (D) e Área de seção transversal (G) obtidos pela ANATRO em uma floresta natural em uma floresta estacional semidecidual, no município de Juína, noroeste de Mato Grosso, Brasil. Nota: linhas verde, amarelo, preto, azul claro e azul escuro correspondem os dados mensurados a partir dos anéis de crescimento, representando as curvas do ritmo de crescimento em função das idades



Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo permitiram a identificação dos anéis de crescimento anuais, possibilitando a determinação da idade das árvores com base no ano de coleta em campo. Essa análise é fundamental para a compreensão do padrão de crescimento da espécie.

Foi possível verificar a frequência anual (periodicidade dos anéis de crescimento) de *Q. dinizii* em uma floresta estacional semidecidual, com a reconstrução parcial do tronco das árvores e contribuiu para o entendimento do desenvolvimento da espécie ao longo do tempo.

Além disso, a aplicabilidade da metodologia ANATRO demonstrou ser eficiente no estudo dos anéis de crescimento da espécie, apresentando-se como uma ferramenta promissora para pesquisas dendrocronológicas em espécies nativas com características semelhantes. Esses resultados reforçam o potencial da técnica como referência para estudos futuros voltados à ecologia, manejo e conservação de florestas tropicais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Laboratório de Manejo Florestal e Conservação – UFMT/FENF pelo espaço, suporte e apoio instrumentais nesta pesquisa.

Referências

- Andrade VHF, Machado SA, Figueiredo A, Botosso PC, Miranda BP, Schöngart J. Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. *Forest Ecol Manag.* 2019;438:215–23.
- Araújo HJB. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. *Floresta.* 2007;37(3):set/dez 2007.
- Atanazio KA, Krefta SM, Vuaden E, Klein DR, Oliveira GS, Silva MTS. Comparação de modelos para relação hipsométrica em floresta de *Pinus taeda* L. no município de Enéas Marques, Paraná. *Sci Agrar Paraná.* 2017;16(4):535–41.

- Barusso AP. Determinação de funções de crescimento mediante análise de tronco. Curitiba; 1977. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- Boninsegna JA, Argollo J, Aravena JC, Barichivich J, Christie D, Ferrero M, Villalba R. Dendroclimatological reconstructions in South America: a review. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*. 2009;281(3/4):210–28.
- Bona DAO, Silva DAS, Pinheiro LL, Silva EF, Chichorro JF, Basso M. Receita/custo da atividade de exploração florestal em um plano de manejo florestal sustentável na Amazônia – Estudo de caso. *Nativa*. 2015;3(1):50–5.
- Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília: Senado Federal; 1988. Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938/1981, 9.393/1996 e 11.428/2006; revoga as Leis nºs 4.771/1965 e 7.754/1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67/2001. *Diário Oficial da União*. 2012 maio 28;150(102 Seção 1):1. Disponível em: . Acesso em: 18 fev. 2025.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 406, de 2 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de plano manejo florestal sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Brasília, DF: *Ministério do Meio Ambiente*; 2009. Disponível em: . Acesso em: 18 fev. 2025.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Instrução Normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Brasília, DF: *Ministério do Meio Ambiente*; 2006. Disponível em: . Acesso em: 18 fev. 2025.
- Burger LM, Richter HG. Anatomia da madeira. São Paulo: Editora Nobel; 1991. 154 p.
- Botosso PC, Tomazello Filho M. Aplicação de faixas dendrométricas na dendrocronologia: avaliação da taxa e do ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais e subtropicais. In: Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: *EDUC*; 2001. p. 145–71.
- Campos JCC, Leite HG. Mensuração florestal: perguntas e respostas. 3rd ed. atual. e ampl. Viçosa: *Editora UFV*; 2009. 548 p.
- Campos JCC, Leite HG. Mensuração florestal: perguntas e respostas. 5ª ed. Viçosa: *Editora UFV*; 2017. 363 p.
- Corrêa KKS, Gama JRV, Silva-Ribeiro RB, Ximenes LC. Ajuste e classificação do potencial volumétrico de *Lecythis lurida* (Miers) Mori, FLONA do Tapajós. *Nativa*. 2018;6(4):395–401.
- Crisóstomo MC, Gouveia FN, Costa AFD. Relação entre o teor de umidade e a constante dielétrica de espécies de madeira da Amazônia durante o processo de secagem. *Rev Árvore*. 2016;40:181–7.
- Cruz EA. Crescimento de *Qualea dinizii* Ducke em floresta natural no bioma amazônico. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Mato Grosso; 121 f., 2024.
- Cruz EA, Drescher R. Incrementos em função da idade de *Qualea dinizii* Ducke na Floresta Amazônica, Noroeste de Mato Grosso, Brasil. *Flovet - Flora, Vegetação e Etnobotânica*. 2025;3(14):e202025003.
- Cardoso CdC, Moutinho VHP, de Oliveira Melo L, dos Santos Sousa LKV, de Souza MR. Caracterização físico-mecânica de madeiras amazônicas com aptidão tecnológica para comercialização. *Amazonian J Agric Environ Sci*. 2012;55(3):176–83.
- Drescher R. Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn F., em povoamentos jovens de duas regiões do estado de Mato Grosso-Brasil. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria; 116 p., 2004.
- Edwards DP, Tobias JA, Sheil D, Meijaard E, Laurance WF. Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. *Trends Ecol Evol*. 2014;29(9):511–20.
- Finger CAG. Fundamentos da Biometria Florestal. *Santa Maria*: Universidade Federal de Santa Maria; 1992. 269 p.
- Flora e Funga do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Disponível em: . Acesso em: 12 jan. 2024.
- Flora e Funga do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Disponível em: . Acesso em: 12 jan. 2024.
- Flores WM, França I, Santos GGAD, Miranda IDS, Moraes EFS, Sánchez GH, et al. Crescimento diamétrico de uma floresta sob exploração madeireira de impacto reduzido na região oriental da Amazônia brasileira. *Terra*. 2023;12(3):704.
- Fortini LB, Cropper Jr WP, Zarin DJ. Modeling the complex impacts of timber harvests to find optimal management regimes for Amazon tidal floodplain forests. *PLoS One*. 2015;10(8):e0136740. Disponível em: Acesso em: 05 ago. 2024.
- Free CM, Landis RM, Grogan J, Schulze MD, Lentini M, Dunisch O. Management implications of long-term tree growth and mortality rates: A modeling study of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Brazilian Amazon. *Forest Ecol Manag*. 2014;330:46–54.
- Fritts HC. Dendroclimatology and dendroecology. *Quat Res*. 1971;1(4):419–49.
- Husch B, Beers TW, Kershaw Jr JA. Forest mensuration. 4th ed. Hoboken: *John Wiley & Sons*; 2002. 443 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. *Mapa de Clima do Brasil*. Rio de Janeiro:

IBGE; 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.

Imañá-Encinas JI, Silva GF, Pinto JRR. Idade e crescimento das árvores. *Comunic Técn Florestais*. 2005;7(1):1-47.

Jenkins HS. Amazon climate reconstruction using growth rates and stable isotopes of tree ring cellulose from the Madre de Dios basin. *Duke University*; 2009.

Kulevicz RA, Oliveira OS, Pompeu N, Silva BA, Souza EC. Análise da vulnerabilidade genética das florestas e argumentos para redução do desmatamento. *Amb Soc*. 2020;23:e02222.

Laar AV, Akça A. Forest Mensuration. Amsterdam: Springer; 2007.

Lobão MSD. Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho das árvores de *Cedrela odorata* L., *Cedrela fissilis* Vell. e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Hub. ex Ducke, no estado do Acre, Brasil. Tese (Doutorado em Ciências Recursos Florestais e Tecnologia de Produtos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 215 p., 2011. Disponível em: Acesso em: 30 jun. 2024.

Locosselli GM, Krottenthaler S, Pitsch P, Anhuf D, Ceccantini G. Age and growth rate of congeneric tree species (*Hymenaea* spp. – Leguminosae) inhabiting different tropical biomes. *Erdkunde*. 2017;71:45-57.

Lopez L, Villalba R, Bravo F. Cumulative diameter growth and biological rotation age for seven tree species in the Cerrado biogeographical province of Bolivia. *Forest Ecol Manag*. 2013;292:45-55.

Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2nd ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2002. 381 p. v. 1.

Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2nd ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2002. 381 p. v. 2.

Massing APZ, de Miranda DLC, dos Santos Lisboa G, de Jesus França LC, Stepka TF, da Silva TO, Condé TM, Watzlawick LF. Diâmetro Mínimo e Ciclo de Corte de *Qualea paraensis* Duke no Norte do Mato Grosso, Brasil. *Conjecturas*. 2022;22(2):204-18.

Miehle P, Battaglia M, Sands PJ, Forrester DI, Feikema PM, Livesley SJ, et al. A comparison of four process-based models and a statistical regression model to predict growth of Eucalyptus globulus plantations. *Ecol Model*. 2009;220(5):734-46.

Miranda DLC, Higuchi N, Trumbore SE, Latorraca JVF, do Carmo JF, Lima AJN. Using radiocarbon-calibrated dendrochronology to improve tree-cutting cycle estimates for timber management in southern Amazon forests. *Trees - Struct Funct*. 2018;32(2):587-602.

Nogueira MM, Vieira V, Souza AD, Lentini MW. Manejo de florestas naturais da Amazônia: corte, traçamento e

segurança. Belém, PA: Instituto Floresta Tropical; 2011.

Nutto L, Machado SDA, Cavalheiro R, da Silva LC. Comparação de metodologias para medição de anéis de crescimento de *Mimosa scabrella* e *Pinus taeda*. *Scientia Forestalis (Brazil)*. 2012;40(94).

Oliveira MF de. Critérios para manejo sustentável de duas espécies madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba; 114 f., 2014.

Orso GA, Madi JPS, Behling A, Pelissari AL, Figueiredo Filho A, Machado SDA. Estimativa do incremento diamétrico anual em remanescente natural de Floresta Ombrófila Mista. *Advances in Forestry Science*. 2024;11(2):2208-20.

Phillips PD, Azevedo CP, Degen B, Thompson IS, Silva JNM, Van Gardingen PR. An individual based spatially explicit simulation model for strategic forest management planning in the eastern Amazon. *Ecol Modell*. 2004;173(4):335-54.

Prodan M, P PR, Cox F, Real P. Medição florestal. San Jose, Costa Rica: *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)*; 1997. 586 p.

Roig FA, Zevallos Pollito PA. Dendrocronología y dendroecología tropical: Marco histórico y experiencias exitosas en los países de América Latina. *Ecología en Bolivia*. 2009;44(2):73-82.

Roquette JG, Lobo FDA, Curado LFA. Dendroclimatologia na Amazônia: aplicações e potencialidades. *Ciência Florestal*. 2019;29(1):451-62.

Rosot MAD, Figueiredo Filho A, Disperati AA, Emerenciano DB. Análise de tronco digital: uma nova metodologia para a medição de anéis de crescimento. *Floresta*. 2003;33(3):235-255.

Sanquetta CR, W LF, C APD, Fernandes LAV, Siqueira JD. Estimativa da altura e do volume em povoamentos jovens de restauração florestal em Rondônia. *Biofix Sci J*. 2017;2(2):23-31.

Shimizu GH, Souza LF, Gonçalves DJP, França F. Vochysiaceae in Flora do Brasil 2020. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*; 2020. Disponível em: Acesso em: 12 jan. 2024.

Silva MCF, Souza FIBD, Gomes JI. Caracterização anatômica da madeira de quatro espécies de Vochysiaceae conhecidas, na Amazônia brasileira, como “mandioqueira”. *Ciência Florestal*. 2021;31:1193-1215.

Silva SSA, Drescher R, Favalessa CMC, de Freitas JE, de Oliveira Fortes F. Composição florística em floresta tropical na Amazônia matogrossense sob manejo florestal. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. 2023;16(10):23621-23631.

Soares Filho MDP. Anatro UFPR-Software para análise de tronco, em meio digital, utilizando Sistema Polar. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná; 2014. 122 p.

Topanotti LR, Vaz DR, Dobner Jr M, Nicoletti MF. Dendrometric characterization of *Cupressus lusitanica* Mill. planted under *Pinus taeda* L. shelter in southern Brazil. *Cerne*. 2021;27:e102709.

Vendruscolo DGS, Drescher R, de Pádua Chaves S, Medeiros RA, da Silva RS. Acurácia da análise de tronco para obtenção da altura de árvores de *Tectona grandis*. *Advances in Forestry Science*. 2018;5(2):345-350.

Vieira DS, Oliveira MLR, Gama JRV, Lafetá BO.

Classificação da capacidade produtiva de florestas nequiâneas por meio de mapas auto-organizáveis. *Sci For*. 2022;50:e3794.

Zanon MLB, Finger CAG. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. *Ciência Florestal*. 2010;20(3):467-476.