Pesquisa Florestal Brasileira
http://pfb.sede.embrapa.br/pfb/
e-ISSN: 1983-2605
Artigo

Crescimento de *Astronium fraxinifolium*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Simarouba versicolor* na região do Pantanal

Luciellen Pereira Martins[1], Andréia Taborda dos Santos[2*], Patrícia Póvoa de Mattos[2], Suzana Maria de Salis[3], Ana Paula Dalla Corte[4], Evaldo Muñoz Braz[2]

[1]Rumo Logística, Avenida Brigadeiro Faria Lima, 4100 - Itaim Bibi, CEP 04538-132, São Paulo, SP

[2]Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira Km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo, PR

[3]Embrapa Pantanal, Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, PR

[4]Universidade Federal do Paraná, Avenida Prefeito Lothário Meissner, 3400, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba, PR

***Autor correspondente:**
andreia1taborda@gmail.com

Termos para indexação:
Anéis de crescimento
Espécies nativas
Modelagem

Index terms:
Growth rings
Native tree species
Modeling

Histórico do artigo:
Recebido em 08/04/2024
Aprovado tecnicamente em 17/10/2025
Aprovação final em 25/11/2025
Publicado em 28/11/2025

Resumo - O objetivo do presente estudo foi determinar o ritmo de crescimento de espécies nativas, em áreas de vegetação natural do Pantanal. Na sub-região da Nhecolândia, município de Corumbá, MS, foram selecionadas árvores para coleta de amostras destrutivas de *Astronium fraxinifolium* Schott (5,8 cm a 32,8 cm de DAP), *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (7,5 cm a 50,3 cm) e *Simarouba versicolor* A.St-Hil. (16,7 cm a 30,3 cm). As variáveis mensuradas foram diâmetro a 1,3 m do solo (DAP), altura do fuste e altura total. As árvores apresentaram idade máxima de 55 anos para *A. fraxinifolium,* 75 anos para *H. stigonocarpa* e 31 anos para *S. versicolor. Simarouba versicolor* se destacou em incremento diamétrico (0,93 cm ano^{-1}) e a espécie que apresentou o menor incremento médio foi *A. fraxinifolium* (0,41 cm ano^{-1}). O modelo de Johnson-Schumacher representou melhor o crescimento de *A. fraxinifolium* e de *S. versicolor* e o crescimento de *H. stigonocarpa* foi melhor representado pelo modelo de Richards. Essas espécies apresentaram indicativos de comportamento sucessional diferente, sendo que *S. versicolor* apresentou crescimento acelerado na fase jovem e incremento constante quando comparada a *A. fraxiniolium* e *H. stigonocarpa* que cresceram lentamente na fase jovem, acelerando na fase madura.

Growth of *Astronium fraxinifolium*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Simarouba versicolor* in the Pantanal region

Abstract - The objective of the present study was to determine the growth rate of native species in natural vegetation areas of the Pantanal. Trees were selected in Nhecolandia sub-region, municipality of Corumba, MS, for destructive sampling of *Astronium fraxinifolium* Schott trees (5.8 cm to 32.8 cm diameter at breast height (DBH)), *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (7.5 cm to 50.3 cm), and *Simarouba versicolor* A.St-Hil. (16.7 cm to 30.3 cm). The measured variables were diameter at 1.3 m above the ground (DBH), stem height, and total height. The trees had a maximum age of 55 years for *A. fraxinifolium*, 75 years for *H. stigonocarpa*, and 31 years for *S. versicolor*. *Simarouba versicolor* stood out in diametric growth (0.93 cm year^{-1}), and the species with the lowest average increment was *A. fraxinifolium* (0.41 cm year^{-1}). Johnson-Schumacher model better represented *A. fraxinifolium* and *S. versicolor* growth, while the growth of *H. stigonocarpa* was better represented by Richards model. These species showed indications of different successional behavior, with *S. versicolor* showing fast growth in the young phase and constant increment when compared to *A. fraxinifolium* and *H. stigonocarpa*, which grew slowly in the young phase and faster in the mature phase.

Parte do trabalho de mestrado Luciellen Pereira Martins, Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2018.

https://doi.org/10.4336/2025.pfb.45e202402301

Os autores mantêm os direitos autorais de seus trabalhos. A revista detém o direito de primeira publicação e o direito de uso sob a licença Creative Commons.

Introdução

O Pantanal Mato-Grossense é considerado a maior planície alagada contínua do mundo, com 140.000 km² em território brasileiro, localizados nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Encontra-se no alto curso do rio Paraguai com altitude entre 90 a 200 m, sendo considerada uma imensa área de sedimentação e inundação, cuja fonte provém do planalto que o circunda (Souza et al., 2006). A vegetação arbórea mais densa (florestas e savanas) geralmente ocorre nas "cordilheiras" - paleodiques aluviais, áreas não inundáveis (Ratter et al., 1988) - que entremeada com a vegetação campestre, sujeita à inundação, resulta em um mosaico de habitats (Adámoli, 1982) ou fisionomias. Em um estudo de Cunha et al. (2014), é demonstrado como o Pantanal é subdividido em diferentes áreas, ou "pantanais", em função de características ambientais específicas. A geologia, a geomorfologia e o clima, em conjunto com as variações hidrológicas anuais, criam sub-regiões com regimes de inundação distintos, notadamente em relação à altura e à duração da água na paisagem. Uma dessas sub-regiões é a Nhecolândia, que abrange 19% da área do Pantanal (Silva & Abdon, 1998).

O Pantanal, segundo os levantamentos de Silva et al. (2010) possuía 15,2% de desmatamento no período de 2002 até 2008. Segundo levantamento de Alho et al. (2019), o Pantanal sofreu desmatamento de 732,5 km² entre 2009 e 2010 e 1.300 km² entre 2010 e 2011, totalizando aproximadamente 2.582 km². O estudo identificou duas áreas de grande desmatamento no município de Corumbá: 41,5 km² na sub-região do Paiaguás e 22 km² na sub-região da Nhecolândia. Apesar dessa taxa de desmatamento ser inferior ao observado em outros Biomas (Kantek et al., 2018), produtores e técnicos se preocupam quanto à sustentabilidade das formações florestais na planície, devido à intensificação de algumas atividades antrópicas na região (extração seletiva de árvores, queimadas e desmatamentos). A pecuária, até meados de 2002, era a principal responsável pela maioria dos desmatamentos que ocorriam no Pantanal (Abdon et al., 2007). Os autores citam ainda que a pecuária não é exercida somente nas áreas de pastagem nativa, mas, também nas últimas cinco décadas, em áreas com vegetação arbórea original do Pantanal. Ainda de acordo com Pinto et al. (2013), nos municípios de Cáceres, Poconé e Barão de Melgaço, situados no Bioma Pantanal, é uma atividade quase histórica a realização de queimadas como método de manejo e o desmatamento para abertura de áreas para formação do pasto. Sena et al. (2016) citam que o processo antrópico de alteração da vegetação natural no bioma Pantanal é uma consequência das atividades de agricultura e pecuária.

Buscando alternativas para o uso sustentável dos recursos naturais da região, há uma crescente necessidade de dados confiáveis de crescimento de espécies florestais. Em contraposição, são raros os trabalhos disponíveis na literatura com orientações sobre o uso sustentável desses recursos naturais, considerando as especificidades para o Bioma Pantanal (Braz et al., 2012).

Conhecer o padrão de crescimento das espécies é importante para melhor aproveitá-las, utilizando estratégias de manejo (Pearce et al., 2003), pois, quando são conhecidas as classes diamétricas com melhores incrementos e as classes diamétricas onde se inicia a estagnação de crescimento, pode-se definir os intervalos ótimos de manejo, visando uma melhor produção. Sem esse conhecimento, pode-se reduzir drasticamente o potencial de produção da espécie. Uma das limitações no uso sustentável de espécies lenhosas em condições naturais e manejadas é a falta de dados confiáveis sobre incrementos médios anuais (Mattos et al., 2005; Prior et al., 2006). Essa informação poderia facilitar a domesticação de espécies, pelo fato de se conhecer o padrão de crescimento de cada espécie ao longo do seu ciclo de vida, em diferentes condições de solo e de limitações climáticas.

Astronium fraxinifolium Schott, *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne e *Simarouba versicolor* A.St-Hil. são espécies madeireiras que ocorrem naturalmente no Pantanal da Nhecolândia, com potencial para uso na recuperação de áreas degradadas. Apesar da importância comercial das três espécies, não são disponíveis na literatura informações sobre o seu crescimento nas diferentes fases de vida da árvore nessa tipologia florestal. Assim, foi objetivo desse estudo determinar o padrão e o ritmo de crescimento, em áreas de vegetação natural do Pantanal, para o entendimento da dinâmica de crescimento, a fim de subsidiar futuras ações de conservação dessas espécies em florestas naturais e em plantios.

Material e métodos

Espécies estudadas

Pertencente à família Anacardiaceae, *Astronium fraxinifolium*, popularmente denominado por gonçalo ou gonçalo-alves, pode alcançar até 25 m de altura (Pott & Pott, 1994) e 60 - 80 cm de diâmetro, a árvore se apresenta com característica de planta decídua, heliófita, pioneira e seletiva xerófita. Sua madeira é pesada (densidade média 1,09 g cm^{-3}), rígida e com grande durabilidade sob condições naturais (Lorenzi, 1992). Por ser uma madeira durável, é muito usada na fabricação de móveis de luxo, pisos, batentes, postes, mourões, na construção civil e naval, possuindo assim grande importância econômica (Santin, 1989; Pereira Neto et al., 2014). Na Colômbia, a espécie tem grande importância industrial, pela característica marcante da resistência de sua madeira (Romero, 1983). Também apresenta utilidade à apicultura, fornecendo néctar e pólen (Pott & Pott, 1994). É uma espécie com ampla ocorrência nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (Silva-Luz & Pirani, 2015; Species Link, 2022). Além disso, também há relatos de sua ocorrência na América Central, México, Bolívia e Paraguai (Pereira, 2020). É frequentemente presente em áreas com vegetação de Caatinga (*sensu stricto*), Cerrado (*lato sensu*) e Floresta Estacional Semidecidual (Silva-Luz & Pirani, 2015). Embora tenha mostrado essa alta abundância nos Cerrados, *A. fraxinifolium* foi incorporada à lista de espécies ameaçadas de extinção em 2003 (Ibama, 1992), sendo observada uma diminuição da ocorrência nos pequenos fragmentos florestais e na vegetação que ocorre às margens de rodovias, principalmente na região Centro-Oeste, ocasionadas pela exploração da espécie e pela falta de seu uso em reflorestamentos (Aguiar et al., 2001).

Hymenaea stigonocarpa, pertencente à família Fabaceae e conhecida como jatobá, é uma árvore com altura entre 6 e 9 m e diâmetro entre 30 e 50 cm (Pott & Pott, 1994), decídua, heliófita, seletiva xerófita, característica de formações abertas do Cerrado e Campo-Cerrado (Lorenzi, 1992). Possui madeira pesada (densidade média 0,9 g cm^{-3}), dura, usada para cerca, construção civil e naval, lenha e carvão; possui fruto comestível, tem uso medicinal e é apícola (Pott & Pott, 1994), além de ser utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas. A espécie apresenta ampla distribuição nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, sendo encontrada em tipologias como a Caatinga, o Cerrado, a Floresta Estacional e Semidecidual (Reflora, 2020).

Simarouba versicolor pertence à família Simaroubaceae, sendo conhecida popularmente como perdiz. É descrita como árvore de porte regular, casca esbranquiçada e meio esponjosa, podendo alcançar até 11 m de altura e diâmetro entre 30 e 60 cm (Pott & Pott, 1994), semidecídua, heliófita, seletiva xerófita, pioneira, característica e exclusiva dos Cerrados e Cerradões (Lorenzi, 1992). Sua madeira é considerada leve (densidade 0,48 g cm^{-3}) e porosa, não apresentando boa resistência mecânica, mas, com resistência ao ataque de cupins de madeira seca (Lorenzi, 1998), sendo usada principalmente em construção rural, fabricação de papel, carpintaria, em miolos de compensados, dentre outros usos (Grieve, 2013).

Uma técnica usada para se obter dados anuais de crescimento de árvores em florestas naturais é aquela mediante análise dos anéis de crescimento. Assim, é possível recuperar as informações de variáveis dendrométricas, pela agilidade e precisão dos dados, possibilitando avaliar o padrão do crescimento das espécies em diferentes fases do seu crescimento (Brienen & Zuidema, 2006; Mattos et al., 2011; Santos et al., 2017; Canetti et al., 2018; Mattos et al., 2021). Adicionalmente, muitos autores têm utilizado a análise dos anéis de crescimento como uma alternativa para aperfeiçoar técnicas de manejo sustentável em florestas tropicais (Husch et al., 1982; Akachuku, 1984; Spiecker, 2002; Brienen & Zuidema, 2006; Mattos et al., 2010, 2011; Canetti et al., 2017, 2020, 2021; Braz et al., 2021).

Nas plantas, os fatores ambientais que influenciam no crescimento são a quantidade de luz recebida direta ou indiretamente, a qualidade química e física do solo, o regime hídrico ao qual a planta está submetida, a competição com outras plantas, entre outros, que afetam diretamente na fisiologia do crescimento das plantas (Felfili et al., 2001; Luttge & Scarano, 2004; Morellato, 2007). O bioma Pantanal apresenta duas estações bem definidas: uma chuvosa que ocorre entre os meses de outubro e março; e outra seca que ocorre entre abril e setembro, o que influencia de forma direta no crescimento e desenvolvimento das espécies arbóreas que estão inseridas nesse bioma (Pereira et al., 2010).

Área de estudo

O material de estudo é proveniente da fazenda Nhumirim, localizada na sub-região da Nhecolândia (l8°59'S e 56°38'W), município de Corumbá, MS, campo experimental de propriedade da Embrapa Pantanal (Figura 1). Foram coletadas amostras destrutivas de três espécies: *Astronium fraxinifolium*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Simarouba versicolor*. As áreas de Cerrado e Cerradão onde ocorreram as coletas são consideradas bem conservadas.

Figura 1. Localização da área de estudo na região do Pantanal brasileiro.

Figure 1. Location of the study area in the Brazilian Pantanal region.

Coleta e medição das amostras

As variáveis dendrométricas mensuradas no campo foram: perímetro a 1,30 m do solo, medido com fita métrica, posteriormente convertido em diâmetro a 1,30 m do solo (DAP); altura do fuste e altura total, medidas com trena, após a derrubada de cada árvore.

As árvores foram selecionadas aleatoriamente em áreas de Cerrado e Cerradão natural, com boa formação de copa e sem sinais de ocos ou podridões no tronco. Foram coletados discos à altura do DAP de sete árvores de *Astronium fraxinifolium*, oito de *Hymenaea stigonocarpa* e sete de *Simarouba versicolor*. As amostras (discos) foram secas à temperatura ambiente e lixadas, seguindo a sequência de grã 40, 60, 80, 120, 180, 220, 320 e 400, para possibilitar a melhor visualização dos anéis de crescimento.

Após o preparo dos discos, os anéis de crescimento foram identificados e medidos em oito raios em cada amostra, com o auxílio de um microscópio estereoscópico e mesa de mensuração de anéis de crescimento Lintab, com precisão de 0,01 mm. As séries de anéis medidas de cada árvore foram datadas entre si e entre árvores, pela sincronização das séries (Frittz, 1976), utilizando planilha eletrônica. Após as datações, foram geradas séries com valores médios de cada ano, para cada amostra, sendo convertidos em incremento em diâmetro.

Ajuste de modelos de crescimento diamétrico

As séries de incremento em diâmetro foram usadas para ajuste dos modelos de crescimento. Foram ajustados seis modelos de crescimento biológicos (Tabela 1) aos dados medidos dos anéis,

Tabela 1. Modelos de crescimento testados para *Astronium fraxinifolium*, *Simarouba versicolor* e *Hymenaea stigonocarpa,* na região do Pantanal.

Table 1. Growth models tested for *Astronium fraxinifolium*, *Simarouba versicolor,* and *Hymenaea stigonocarpa* in the Pantanal region.

Denominação	Modelos	Restrições dos parâmetros
Gompertz	$DAP = \beta_0 e^{-\beta_1 e^{-\beta_2 t}}$	$\beta_2 > 0$
Bertalanffy	$DAP = \beta_0$	$\beta_1 > 0$
Johnson-Schumacher	$DAP = \beta_0 e^{\frac{-\beta_1}{t+\beta_2}}$	$\beta_1 > 0$
Richards	$DAP = \beta_0 (1 - \beta_1 e^{-\beta_2 i})^{\frac{1}{1+\beta_3}}$	$\beta_2 > 0$
Logística	$DAP = \frac{\beta_0}{(1 + \beta_1 e^{-\beta_2 t})}$	$\beta_0 > 0$
Mitcherlich	$DAP = \beta_0$	$\beta_1 > 0$
Schumacher	$DAP = \beta_0 e^{\frac{-\beta_1}{t}}$	$\beta_2 > 0$

Em que: *DAP* = diâmetro a 1,30 m de altura do solo (cm); *i* = idade (anos); β_0, β_1 e β_2 = os parâmetros das equações; e = base do logaritmo natural.

Fonte: Adaptado de Schneider & Schneider (2008).

utilizando regressão não-linear pelo processo PROC NLIN no software SAS®. O método Bootstrap não paramétrico com 100 interações (Miller, 2004) foi utilizado preliminarmente ao ajuste, para gerar 100 trajetórias de crescimento pela combinação aleatória dos anéis de crescimento mensurados, aumentando a precisão da modelagem. Esse método tem sido utilizado para a modelagem de séries de crescimento por vários autores que trabalham com espécies tropicais (Brienen, 2005; Mattos et al., 2015; Canetti et al., 2017; Santos et al., 2021).

A equação de crescimento com melhor ajuste foi selecionada com base nas estatísticas de erro padrão da estimativa – S_{yx} (%) conforme equação (1), distribuição dos resíduos, critérios de informação de Akaike corrigido (*AICC*) e Bayesiano (*BIC*), conforme equações (2) e (3).

$$Syx\ (\%) = \frac{Syx}{\underline{y}}.100 \quad (1)$$

Em que : S_{yx} = erro padrão da estimativa; $\underline{y}$ = média dos valores observados.

$$AICC = f(\hat{\theta}) + \frac{2(pn)}{n-p-1} \quad (2)$$

$$BIC = +ploglogn \quad (3)$$

Em que: *p* = número de parâmetros a serem estimados; *n* = número de observações da amostra; $f(\widehat{\theta})$ = função suporte maximizada; *L* = valor máximo da função de verossimilhança.

Para entender as fases de vida das espécies em seus momentos de máximo vigor e estagnação do incremento em diâmetro, foram desenvolvidas curvas de incremento corrente anual (ICA) e incremento médio anual (IMA), utilizando as equações 4 e 5 (Scolforo, 1998; Osmaston, 2010).

$$ICA = DAP_{(i+1)} - DAP_i \quad (4)$$

$$IMA = \frac{DAP_i}{n} \quad (5)$$

Em que: *ICA* = incremento corrente anual; *IMA* = incremento médio anual; $DAP_{(i+1)}$= diâmetro a 1,30 m de altura do solo na idade i + 1 (cm); DAP_i = diâmetro à altura do peito, na idade; *i* = número de anos.

Resultados

A maior idade à altura do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) observada foi na amostra de *Hymenea stigonocarpa*, com 75 anos, e a menor para *Simarouba versicolor* com 15 anos de idade. A amostra com maior DAP foi observada para *H. stigonocarpa*, com 50,3 cm, e a de menor DAP (5,8 cm) foi observada para a espécie *Astronium fraxinifolium* (Tabela 2).

Tabela 2. Idade e diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) para *Astronium fraxinifolium*, *Simarouba versicolor* e *Hymenaea stigonocarpa,* na região do Pantanal.

Table 2. Age and diameter at 1.30 m above ground level (DAP) for *Astronium fraxinifolium, Simarouba versicolor,* and *Hymenaea stigonocarpa* in the Pantanal region.

Espécies	Idade (anos)		DAP (cm)	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A. fraxinifolium	17	55	5,8	32,8
H. stigonocarpa	21	75	7,5	50,3
S. versicolor	15	31	16,7	30,3

O incremento em diâmetro por classe diamétrica de *S. versicolor* foi próximo a 1 cm ano^{-1}, expressando padrão uniforme, sem oscilações marcantes entre classes (Figura 2). As médias de incremento de *H. stigonocarpa* foram crescentes até a classe diamétrica de 35 cm, em que atingiu cerca de 1 cm ano^{-1}, reduzindo-se a partir dessa classe de diâmetro. *A. fraxinifolium* seguiu o mesmo padrão de *H. stigonocarpa*, entretanto, com médias menores e auge de crescimento na classe diamétrica de 35 cm, com incremento de 0,71 cm ano^{-1}.

O modelo de Johnson-Schumacher foi o que apresentou a melhor representação do crescimento em diâmetro para *A. fraxinifolium* e *S. versicolor.* Para *H. stigonocarpa*, o modelo de Richards foi o que apresentou o melhor ajuste, permanecendo crescente, não tendo sido observado início de estagnação até os diâmetros estudados (Figura 3 e Tabela 3). As três espécies possuem ritmos incrementais de crescimento em diâmetro diferentes, sendo que *S. versicolor* apresentou o mais rápido e *A. fraxinifolium* o mais lento. Os gráficos dos resíduos das três espécies estudadas são encontradas na Figura 4.

O maior valor de incremento corrente anual (ICA) em diâmetro para *A. fraxinifolium* ocorreu, aproximadamente, aos 25 anos de idade (11,5 cm

de DAP), para *S. versicolor* ocorreu aos dez anos (9,5 cm de DAP) e, para *H. stigonocarpa,* aos 30 anos (18 cm de DAP), como pode ser observado na Figura 5.

O cruzamento das curvas de ICA e incremento médio anual (IMA) em diâmetro ocorreu próximo aos 40 anos de idade (20 cm de DAP) para *A. fraxinifolium*, aos 15 anos para *S. versicolor* (15 cm) e aos 50 anos (33 cm) para *H. stigonocarpa,* indicando diferenças do ciclo de vida entre as espécies estudadas (Figuras 3 e 5).

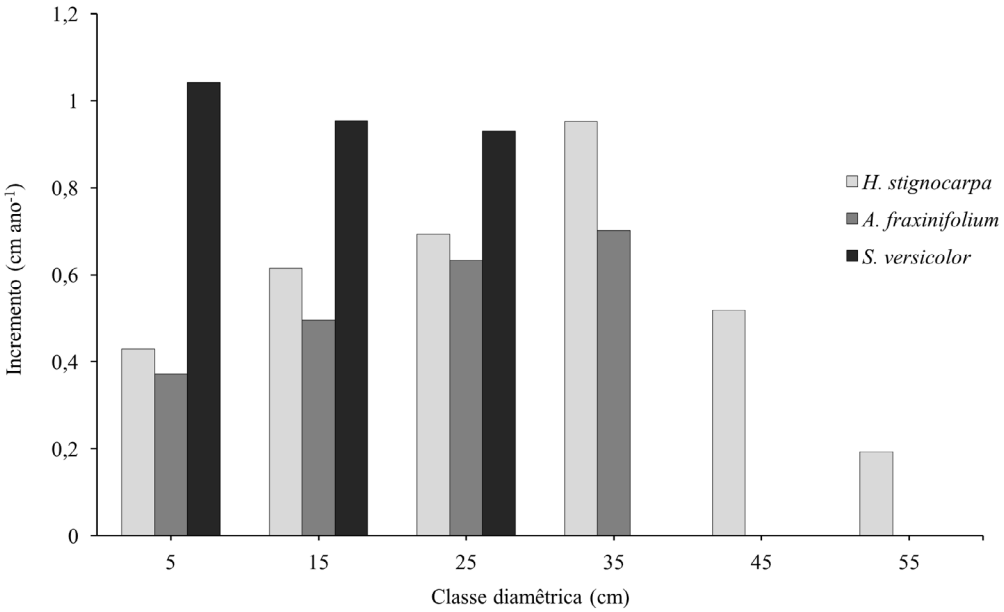


Figura 2. Média do incremento anual por classe diamétrica para *Astronium fraxinifolium*, *Simarouba versicolor* e *Hymenaea stigonocarpa,* na região do Pantanal.

Figure 2. Average annual increment per diameter class for *Astronium fraxinifolium, Simarouba versicolor,* and *Hymenaea stigonocarpa* in the Pantanal region.

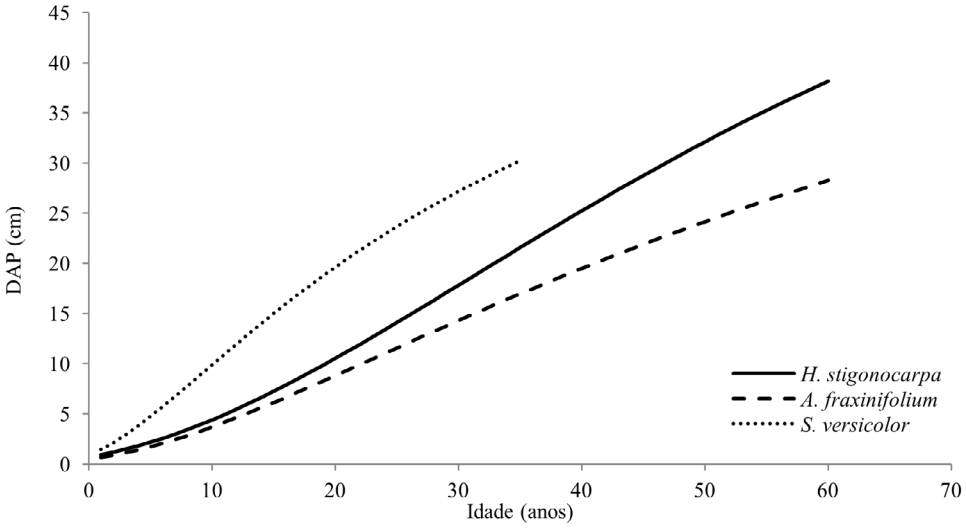


Figura 3. Curvas de crescimento diamétrico geradas para *Astronium fraxinifolium*, *Simarouba versicolor* e *Hymenaea stigonocarpa,* na região do Pantanal.

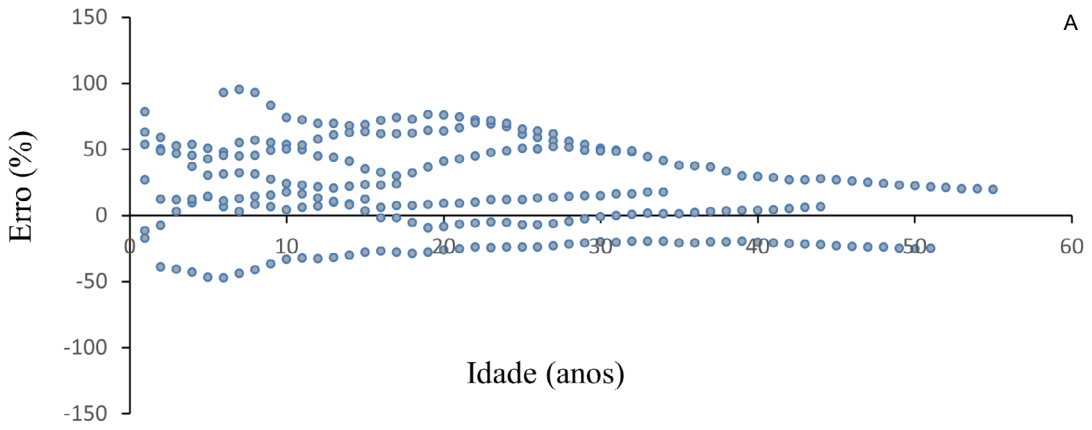
Figure 3. Growth curves generated by the growth models for *Astronium fraxinifolium*, *Simarouba versicolor,* and *Hymenaea stigonocarpa* in the Pantanal region.

Tabela 3. Parâmetros estatísticos dos modelos de crescimento testados para *Astronium fraxinifolium*, *Simarouba versicolor* e *Hymenaea stigonocarpa,* na região do Pantanal.

Table 3. Statistical parameters of the growth models tested for *Astronium fraxinifolium*, *Simarouba versicolor,* and *Hymenaea stigonocarpa* in the Pantanal region.

Espécie	Modelo	Estatísticas			Parâmetros			
		Syx (%)	*AICC*	*BIC*	β_0	β_1	β_2	β_3
Astronium fraxinifolium	Gompertz	21	49772	49804	32,4321	3,5787	0,0493	
	Johnson-Schumacher	**21**	**49854**	**49887**	**78,7924**	**77,0651**	**15,1477**	
	Bertalanffy	22	51449	51482	28,4364	0,0548		
	Logística	21	50081	50113	26,7685	15,6179	0,096	
	Mitcherlich	37	79521	79545	1823,4	0,9978	0,0001	
	Richards	21	49767	49808	1,5820	0,3882	0,0431	0,8701
	Schumacher	22	52061	52085	43,6587	31,8281		
Simarouba versicolor	Gompertz	11	26574	26615	33,5060	2,9777	0,0866	
	Johnson-Schumacher	**11**	**25643**	**25683**	**67,7807**	**34,8318**	**80,0802**	
	Bertalanffy	13	30483	30523	24,8741	0,1324		
	Logística	12	28137	28178	28,6451	10,0463	0,1572	
	Mitcherlich	11	25080	25111	112,7	1,0038	0,0096	
	Richards	32	58258	58308	26,8887	0,9741	0,0074	0,3837
	Schumacher	12	29471	29501	35,9769	12,2474		
Hymenaea stigonocarpa	Gompertz	12	89077	89110	58,4981	3,5863	0,0360	
	Johnson-Schumacher	12	88602	88636	107,7	77,7244	13,6878	
	Bertalanffy	14	96357	96390	54,6298	0,0382		
	Logística	13	94459	94493	52,6805	15,275	0,0642	
	Mitcherlich	68	196824	196849	2,3855	-2,7772	-0,0031	
	Richards	**12**	**88324**	**88366**	**4,4318**	**0,8002**	**0,026**	**0,6417**
	Schumacher	14	96309	96334	80,2205	43,8144		

Modelos destacados em negrito indicam aqueles com melhor ajuste para as espécies avaliadas.



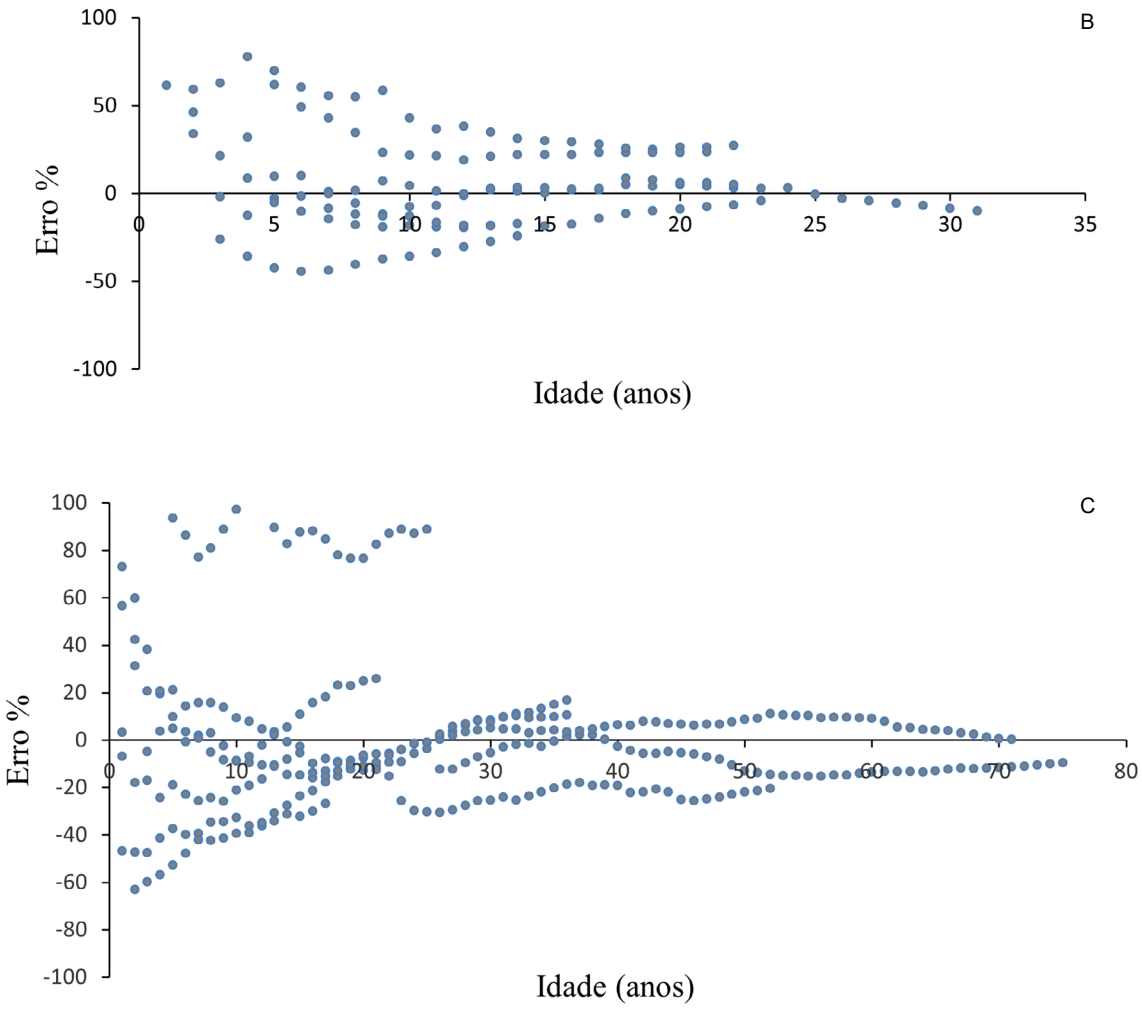
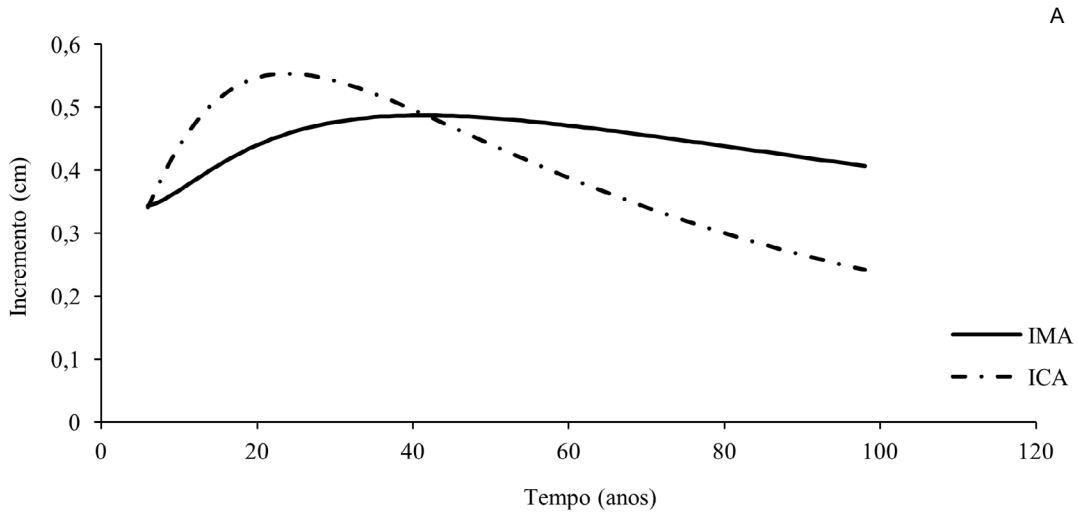


Figura 4. Gráfico dos resíduos para *Astronium fraxinifolium* (A), *Simarouba versicolor* (B) e *Hymenaea stigonocarpa* (C).

Figure 4. Residue graph for *Astronium fraxinifolium* (A), *Simarouba versicolor* (B), and *Hymenaea stigonocarpa* (C).



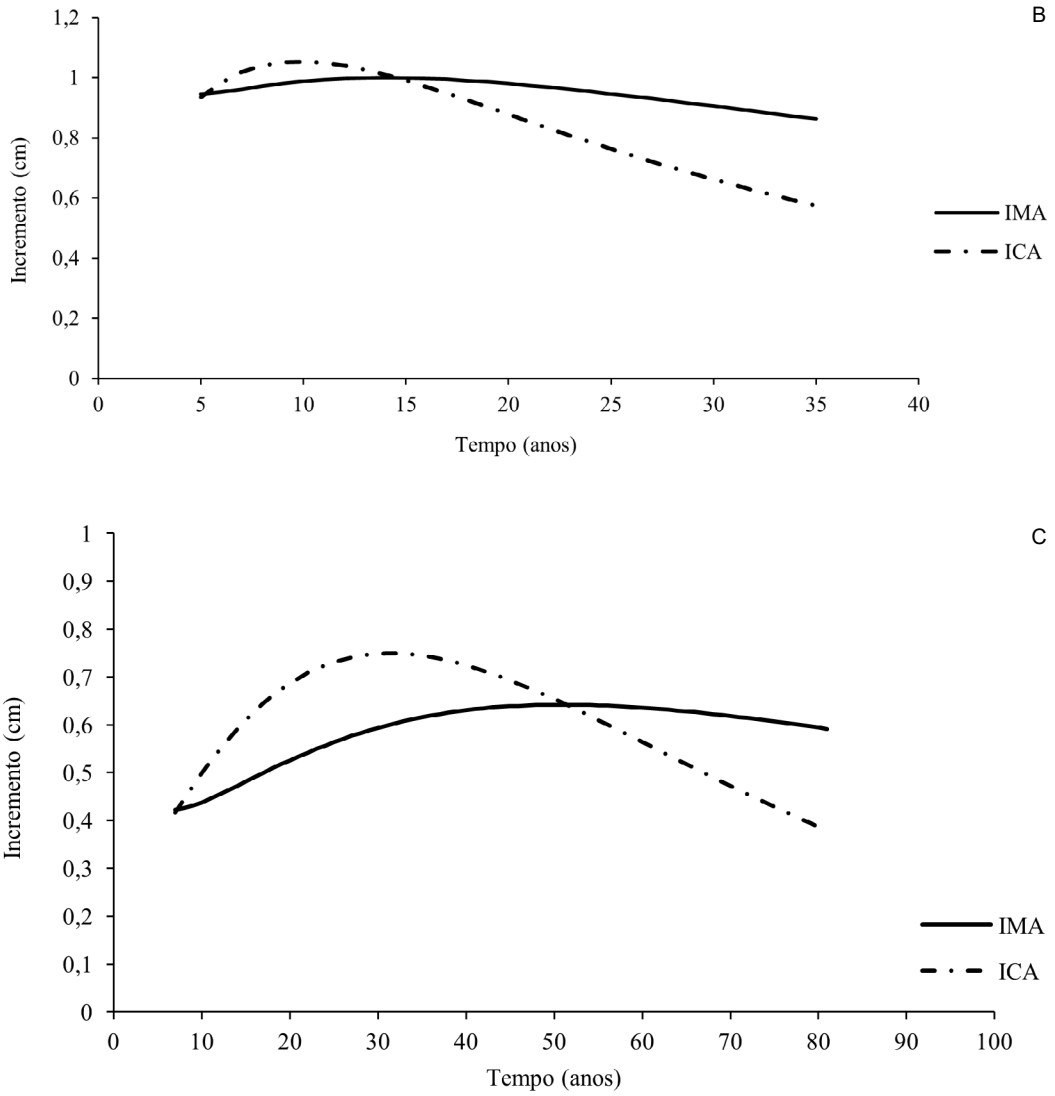


Figura 5. Curvas de incremento corrente anual (ICA) e de incremento médio anual (IMA) em diâmetro para *Astronium fraxinifolium* (A), *Simarouba versicolor* (B) e *Hymenaea stigonocarpa* (C).

Figure 5. Current annual increment (ICA) and Mean annual increment (IMA) curves in diameter for *Astronium fraxinifolium* (A), *Simarouba versicolor* (B), and *Hymenaea stigonocarpa* (C).

Discussão

Os valores de incremento em diâmetro encontrados neste trabalho para as três espécies são semelhantes aos incrementos encontrados por Mattos et al. (2005), que registraram, na mesma área de estudo, um incremento médio anual em diâmetro de 0,66 cm ano^{-1} para 18 espécies consideradas em conjunto.

O padrão de crescimento das três espécies segue o curso das espécies em florestas naturais (Figura 3), conforme descrito por Odum (1990) e Alder (1995). Segundo esses autores, as espécies arbóreas em florestas naturais apresentam diferenças de vigor e incremento em suas diferentes fases da vida. Esse padrão de crescimento é descrito por uma curva sigmoidal que caracteriza o ciclo de vida da maioria dos organismos vivos (Schneider & Schneider, 2008). Para Weiskittel et al. (2011), o incremento em diâmetro da árvore indica seu vigor. A redução do incremento em diâmetro é um indicativo de que a respiração começa a exceder a fotossíntese (Nyland, 2002), aumentando a probabilidade de mortalidade. Logo após a redução do incremento

em diâmetro, tem-se o início da fase de estagnação (Batista et al., 2014) e de senescência (Kramer & Kozlowiski, 1960) da árvore.

Simarouba versicolor apresentou a maior taxa de crescimento e manteve incremento médio anual praticamente constante, desde os primeiros anos de idade, quando comparada às outras duas espécies (Figuras 2 e 3), as quais estavam nas mesmas condições ambientais. Crescimentos rápidos para a espécie já foram indicados por Pott & Pott (1994) e Campos Filho & Sartorelli (2015), apesar de não relatarem valores. O ponto de interseção entre as curvas de incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA) em diâmetro, que sinaliza a redução do crescimento (Scolforo, 1998), ocorre aos 15 anos de idade e 15 cm para a espécie *Simarouba versicolor*, ou seja, em dimensões inferiores aos das outras duas espécies (Figura 4B).

O maior crescimento nas primeiras classes diamétricas e o cruzamento das curvas de ICA e IMA em diâmetros menores corrobora a informação de que se trata de uma espécie pioneira que alcança o dossel rapidamente, conforme relatado por Lorenzi (1998) e Pott & Pott (1986; 1994; 2003). Apesar de também ser uma espécie pioneira (Juracy et al., 2020), *Astronium fraxinifolium* apresentou crescimento inicial lento (Figura 3), com média de crescimento de 0,41 cm ano^{-1}. Em geral, espécies pioneiras têm por característica o crescimento mais rápido nos anos iniciais (Barbosa et al., 2003), indicando a importância de se realizarem estudos mais específicos sobre a espécie na região do Pantanal da Nhecolândia.

Foi observado crescimento lento nos primeiros anos para *Hymenaea stigonocarpa* (Figura 3), semelhante ao registrado por Mattos et al. (2005) e Busatto et al. (2013). Apesar do crescimento inicial lento, a média de crescimento para a espécie foi 0,56 cm ano^{-1}. A espécie faz parte do grupo ecológico secundária tardia (Durigan & Nogueira, 1990). Espécies desse grupo ecológico se desenvolvem em sub-bosques sombreados, crescendo lentamente na fase inicial, tendo potencial para alcançar o dossel (Leitão Filho, 1993; Gandolfi et al, 1995).

As espécies podem apresentar modelos de crescimento diferentes para representar sua trajetória de crescimento, na fase de vida considerada. Semelhante ao observado no presente trabalho, o modelo de Johnson-Schumacher também foi o que apresentou melhor ajuste para *Byrsonima cydoniifolia* no Pantanal mato-grossense (Mattos et al., 2016) e para *Stryphnodendron adstringens* no Cerrado (Martins et al., 2015a). Em outros trabalhos, no bioma Cerrado, o modelo de Crescimento Monomolecular foi o que apresentou o melhor ajuste para as espécies *Annona crassiflora*, *Eugenia dysenterica* (Martins et al., 2015b, 2015c) e o modelo de Gompertz para *Tabebuia aurea*, *Qualea parviflora* (Lambrecht et al., 2016a, 2016b). No bioma Caatinga o modelo melhor ajustado para *Schinus terebinthifolius* foi o de Gompertz (Mattos et al., 2013). Esses resultados mostram a importância de se desenvolver modelos específicos de crescimento, considerando espécies e ambientes.

Conclusões

A taxa de crescimento diamétrico de cada uma das três espécies estudadas (*Astronium fraxinifolium, Simarouba versicolor* e *Hymenaea stigonocarpa*) apresentou respostas diferentes em um mesmo habitat. Essas espécies apresentaram indicativos de comportamento sucessional diferente, sendo que *S. versicolor* apresentou crescimento acelerado na fase jovem e incremento constante quando comparada a *A. fraxinifolium* e *H. stigonocarpa* que cresceram lentamente na fase jovem, acelerando o crescimento na fase madura.

As espécies apresentaram diferentes trajetórias de crescimento em diâmetro representando suas fases de vida, com melhor ajuste dos modelos de Johnson-Schumacher para *A. fraxinifolium* e *S. versicolor*) e o modelo de Richards para *H. stigonocarpa*.

Apesar das três espécies estudadas apresentarem padrões de crescimento diamétrico distintos, o ponto de estagnação é atingido precocemente, entre 15 anos (*S. versicolor*) e 33 anos (*H. stigonocarpa*) de idade.

O grupo ecológico sucessional de cada uma das espécies pode ser observado pela interpretação das fases de desenvolvimento representadas pelos seus modelos de crescimento. As taxas de crescimento nas diferentes fases de vida e o prognóstico do potencial de crescimento das espécies em estudo podem subsidiar protocolos para a conservação dessas espécies em florestas naturais e em plantios, bem como para a sua utilização em projetos para a recuperação de áreas degradadas.

Conflito de interesses

Os autores não têm conflito de interesse a declarar.

Contribuição de Autoria

Luciellen Pereira Martins: conceitualização, metodologia, escrita - primeira redação. **Andreia Taborda dos Santos**: análise formal, escrita - primeira redação, escrita - revisão & edição. **Patrícia Póvoa de Mattos**: conceitualização, metodologia, escrita - revisão & edição. **Suzana Maria de Salis**: conceitualização, escrita - revisão & edição. **Evaldo Muñoz Braz**: metodologia, escrita - revisão & edição. **Ana Paula Dalla Corte**: conceitualização, metodologia e escrita - revisão & edição.

Referências

Abdon, M. de M. et al. de M. et al. Desmatamento no bioma Pantanal até o ano 2002: relações com a fitofisionomia e limites municipais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 1, p. 17-24, 2007.

Adámoli, J. O. Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito de complexo do Pantanal. In: Congresso Nacional de Botânica, 32., 1981, Teresina. **Anais** [...]. Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1982. p.109-119.

Aguiar, A. V. et al. Determinação de parâmetros genéticos em população de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) através das características fisiológicas da semente. **Scientia Florestalis**, n. 60, p. 89-97. 2001.

Akachuku, A. E. The effects of some internal and external factors on growth rate of *Lovoatrichilioides* deduced from its wood anatomy. **IAWA**, v. 5, n. 1, p. 75-80, 1984.

Alder, D. **Growth modelling for mixed tropical forests**. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1995. 231 p. (Oxford Forestry Institute. Tropical forestry papers, 30).

Alho, C. J. R. et al. Ameaças à biodiversidade do Pantanal Brasileiro pelo uso e ocupação da terra. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, p. e01891, 2019.

Barbosa, A. P. et al. O Crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D. Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 33, p. 447-482, 2003. https://doi.org/10.1590/S0044-59672003000300012.

Batista, J. L. F. et al. **Quantificação de recursos florestais**: árvores, arvoredos e florestas. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 384 p.

Braz, E. et al. **Manejo sustentável de florestas naturais do Pantanal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012. 9 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 302; Embrapa Pantanal. Comunicado técnico, 90). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/931311/1/CT302.pdf.

Braz, E. M. et al. **Manejo de espécies madeireiras da Floresta Amazônica**: critérios e procedimentos. Colombo: Embrapa Florestas, 2021. 31 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 361). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1136593/1/EmbrapaFlorestas-2021-Documentos361.pdf.

Brienen, R. **Tree rings in the tropics**: a study on growth and ages of Bolivian rain forest trees. Riberalta: Programa de Manejo de Bosques de la Amazonía Boliviana, 2005. (Scientific series, 10).

Brienen, R. J., & Zuidema, P. A. Lifetime growth patterns and ages of Bolivian rain forest trees obtained by tree ring analysis. **Journal of Ecology**, v. 94, p. 481-493, 2006.

Busatto, P. C. et al. Superação de dormência em sementes de jatobá, *Hymenaea courbaril* L. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 22, 2013.

Campos Filho, E. M. & Sartorelli, P. A. R. **Guia de identificação de espécies-chave para a restauração florestal na região de Alto Teles Pires, Mato Grosso**. São Paulo: The Nature Conservancy, 2015. 248 p.

Canetti, A. et al. Life pattern of urban trees: a growth-modelling approach. **Urban Ecosyst**, v. 20, n. 5, p. 1057-1068, 2017. https://doi.org/10.1007/s11252-017-0659-0.

Canetti, A. et al. **Padrão de crescimento de araucária em polo urbano**. Colombo: Embrapa Florestas, 2018. 9 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 414). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1101299/1/CT4141566final.pdf.

Canetti, A. et al. **Estrutura diamétrica e padrão de crescimento de garapeira na microrregião de Sinop, MT**. Colombo: Embrapa Florestas, 2020. 9 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 453). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125431/1/CT-453-1819-final-2.pdf.

Canetti, A. et al. A new approach to maximize the wood production in the sustainable management of Amazon forest. **Annals of Forest Science**, v. 78, n. 67, 2021. 21 p. https://doi.org/10.1007/s13595-021-01079-8.

Cunha, C. N. da et al. **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats**. Cuiabá: EdUFMT, 2014. 156 p.

Durigan, G. & Nogueira, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14 p. (IF. Série registros, 4).

Felfili, J. M. et al. Desenvolvimento inicial de espécies de mata de galeria. In: Ribeiro, J. F. et al. (ed.). **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina-DF: EMBRAPA Cerrados, 2001. p. 779-811.

Fritts, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976. 567 p.

Gandolfi, S. et al. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecidua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

Grieve, M. **A modern herbal**. [S.l.]: Rare Treasure, 2012. v. 2, 324 p.

Husch, B. et al. **Forest mensuration**. New York: John Wiley, 1982. 402 p.

IBAMA. **Portaria Ibama n° 37-N, de 03 de abril de 1992**. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0037-030492.PDF. Acesso em: 20 out. 2023.

Juracy, A. R. da M. et al. Fitossociologia de um remanescente de floresta estacional decidual na sub-bacia da Lagoa Negra, Ladário, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2020. 20 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 143). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/812992/1/FitossociologiaFlorestaDecidual-2020.pdf.

Kantek, D. L. Z. et al. **Diagnóstico dos aspectos socioambiental da proposta de criação do mosaico de Unidades de Conservação no Pantanal Norte**. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/estudos_tecnicos_proposta.pdf.

Kramer, P. J. & Kozlowski, T. T. **Physiology of trees**. New York: McGraw-Hill Book, 1960.

Lambrecht, F. R. et al. **Incremento diamétrico de *Tabebuia aurea* no Bioma Cerrado, Formosa, GO**. Colombo: Embrapa Florestas, 2016a. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 381). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1052935/1/CT3811387.pdf.

Lambrecht, F. R. et al. **Incremento diamétrico de *Qualea parviflora* no Bioma Cerrado, Formosa, GO**. Colombo: Embrapa Florestas, 2016b. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 377). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1052410/1/CT3771332.pdf.

Leitão Filho, H. F. **Ecologia da mata atlântica em Cubatão**. São Paulo: Ed. da UNESP; Campinas: Ed. da UNICAMP, 1993. 184 p.

Lorenzi, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368 p.

Lorenzi H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1998. v. 2, 324 p.

Luttge, U. & Scarano, F. R. Ecophysiology. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 1, p. 1-10, 2004.

Martins, L. P. et al. **Crescimento de *Stryphnodendron adstringens* no bioma Cerrado, Formosa, GO**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015a. 6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 357). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1038561/1/CT357PatriciaPovoa.pdf.

Martins, L. P. et al. **Crescimento de *Annona crassiflora* no bioma Cerrado, Formosa, GO**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015b. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 360). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1038593/1/ComunicadoTecnico3602015.pdf.

Martins, L. P. et al. **Crescimento de *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC. no bioma Cerrado, Formosa, GO**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015c. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 358). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1038578/1/ComunicadoTecnico3582015.pdf.

Mattos, P. P. et al. Idade e ritmo de crescimento do tronco de árvores de espécies da Floresta Natural do Pantanal Matogrossense, MS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 50, 2005. https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/304135/1/pag6980.pdf.

Mattos, P. P. et al. Sustainable management of natural forests in Pantanal Region, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 321-333, 2010. https://doi.org/10.5902/198050981855.

Mattos, P. P. de et al. **A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Floretas. Comunicado técnico, 218). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/898053/1/Doc218.pdf.

Mattos, P. P. de et al. Estimativa de crescimento em diâmetro e volume. In: Gomes, L. J. et al. **Pensando a biodiversidade**: aroeira (*Schinus terebinthifolius* RADDI.). São Cristóvão: Ed. UFS, 2013. p. 161-177.

Mattos, P. P. de et al. Climate-tree growth relationships of *Mimosa tenuiflora* in seasonally dry tropical forest, Brazil. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 141-149, 2015. https://doi.org/10.1590/01047760201.

Mattos P. P. de et al. **Crescimento diamétrico de canjiqueira (*Byrsonima cydoniifolia*) no Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS**. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 382; Embrapa Pantanal. Comunicado técnico, 100). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1058286/1/CT3821308.pdf.

Mattos, P. P. de et al. Crescimento em diâmetro de *Araucaria angustifolia* em florestas naturais e em plantios estabelecidos na região Sul do Brasil. In: Sousa, V. A. et al. (ed.). **Araucária**: pesquisa e desenvolvimento no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 229-248. https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1137646/1/EmbrapaFlorestas-2021-LV-AraucariaEmbrapa-cap11.pdf .

Miller, D. P. Bootstrap 101: Obtain robust confidence intervals for any statistic. In: Annual SAS Users Group International Conference, 29., 2004. **Proceedings** [...]. Cary, NC: SAS Institute, 2004. p. 193-129.

Morellato, L. P. C. O impacto da fenologia de diferentes espécies na dinâmica das comunidades florestais e o efeito da variação inter e intra-especifica da fenologia nessa dinâmica. In: Barbosa, L. M. & Santos Junior, N. A. (org.). **A botânica no Brasil**: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais. São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 491-498.

Nyland, R. D. **Silviculture**: concepts and applications. 2nd. ed. Boston: McGraw-Hill, 2002.

Odum, E. P. **Fundamentos de ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990.

Osmaston, F. C. **The management of forests**. Dehra Dun: Natraj Publishers, 2010.

Pearce, D. et al. Sustainable forest in tropics: panacea or folly? **Forest Ecology and Management**, v. 172 p. 229-247, 2003.

Pereira, G. et al. Impactos climáticos das áreas alagadas no Bioma Pantanal. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 3., 2010. Cáceres, MT. **Anais** [...]. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2010 p. 190-199.

Pereira Neto, L. G. et al. Temperatura ideal para germinação de sementes de *Astronium fraxinifolium* Schott. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 3, 2014, Santos, SP. **Resumos** [...]. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014

Pereira, B. A. S. **Árvores do Bioma Cerrado**. http://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/03/28/astronium-fraxinifolium-schott-ex-spreng/. Acesso em: 18 maio 2022.

Pinto, A. B. L. et al. Pecuária bovina e os impactos dos desmatamentos e das queimadas no Pantanal Norte/ MT. In: Encontro de Geógrafos da América Latina: Reencuentro de Saberes Territoriales Latinoamericanos, 14., 2013, Lima. 2013. **Reencuentro de Saberes Territoriales Latinomericanos. Lima**: Colégio de Geógrafos do Peru, Comitê Nacional Peruano da União Geográfica Internacional, 2013.

Pott, V. J. & Pott, A. **Plantas colonizadoras da estrada transpantaneira (da Fazenda Leque ao Retiro Chatelodo), na Nhecolândia, Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 1986. 9p. (Embrapa Pantanal. Comunicado técnico, 7). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/954979/1/COT07.pdf.

Pott, A. & Pott, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP; Brasília, DF: EMBRAPA/SPI, 1994. 320 p. https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/783791/1/PLANTAS-DO-PANTANAL-1994.pdf

Pott, A. & Pott, V. J. Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. In: Costa, R. B. C. (org.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003. p. 26-52.

Prior, L. D. et al. Environmental and allometric drivers of tree growth rates in a north Australian savanna. **Forest Ecology and Management**, v. 234, p. 164-180, 2006. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.06.034.

Ratter, J. A. et al. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. **Notes RBG Edinb**., Edinburgb, v. 45, n. 3, p. 503-525, 1988.

Reflora. Flora do Brasil 2020: algas, fungos e plantas. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do#CondicaoTaxonCP. Acesso em: 01 jun. 2022.

Romero, J. H. T. **Contribution al conocimiento de las plantas tânicas registradas em Colombia**. Bogotá: Fondo Colombiano de Investigaciones Cientificas y Proyectos Especiales, Colciencias, 1983. p. 98-99.

Santin, D. A. **Revisão taxonômica do gênero *Astronium* Jacq. e revalidação do gênero *Myracrodruon* FR. Allem (Anacardiaceae)**. 1989. 178 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas.

Santos, A. T. et al. **Crescimento de guabiroba em diferentes localidades da região Sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 407). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1077603/1/CT4071512.pdf.

Santos, A. T. et al. **Estrutura diamétrica e padrão de crescimento de *Cedrela odorata* em floresta primária em Colniza, MT**. Colombo: Embrapa Florestas, 2021. 10. (Embrapa Florestas**.** Comunicado técnico, 469). https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1132399/1/EmbrapaFlorestas-2021-ComunicadoTecnico469.pdf.

Sena, D. R. et al. Análise do desmatamento e da concessão de crédito rural no bioma Pantanal, no período de 2002 a 2008. 6., 2016, Cuiabá. **Anais** [...]. São José dos Campos: INPE; Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 594-602.

Schneider, P. R. & Schneider, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. 2. ed. Santa Maria, RS: FACOS-UFSM, 2008. 566 p.

Scolforo, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras; FAEPE, 1998. 438 p.

Silva, J. S. V. & Abdon, M. M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1703-1711, 1998.

Silva, J. et al. Desmatamento na bacia do Alto Paraguai no Brasil. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 3., 2010, Cáceres, MT. **Anais** [...]. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2010.

Silva-Luz, C. L. & Pirani, J. R. Anacardiaceae In: LISTA de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB4384. Acesso em: 25 maio 2023.

Souza, C. A. et al. Origem e evolução do Pantanal Mato-grossense. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6., 2006, Goiânia. **Geomorfologia tropical e subtropical**: processos, métodos e técnicas. Goiânia: UGB, 2006. v. 6, p. 6-10.

Species Link. Disponível em: http://www.splink.org.br. Acesso em: 26 maio 2022.

Spiecker, H. Tree rings and forest management in Europe. **Dendrochronologia**, v. 20, n. 1-2, p. 191-202, 2002.

Weiskittel, A. R. et al. **Forest growth and yield modeling**. Noida: John Wiley, 2011.