

CRESCIMENTO DE ESPÉCIES MADEIREIRAS EM UMA FLORESTA SOB MANEJO
NO ACRE

Henrique José Borges de ARAUJO
Eng. Ftal., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Acre
henrique.araujo@embrapa.br

RESUMO

O diâmetro do fuste das árvores é uma medida de grande importância silvicultural por permitir múltiplos cálculos dendrométricos, entre estes o volume, portanto, o crescimento do diâmetro é fundamental na determinação do crescimento volumétrico das árvores. O objetivo deste estudo é avaliar por meio de cintas dendrométricas o crescimento de espécies madeireiras comerciais em uma área manejada no estado do Acre. Por cinco anos, foram monitoradas 509 árvores distribuídas em cinco classes diamétricas (DAP variando de 9,5 cm a 140,0 cm) e pertencentes a 27 espécies. O crescimento individual diamétrico médio foi de 0,542 cm ano⁻¹ e o volumétrico de 0,053 m³ ano⁻¹. Em geral, as correlações entre o crescimento diamétrico com o DAP e as condições ambientais (ecológicas e fitossanitárias) das árvores foram muito baixas.

Palavras-chave: Cintas dendrométricas, crescimento de árvores, espécies madeireiras amazônicas.

ABSTRACT

The diameter of the trees is a measure of great silvicultural importance and allows multiple dendrometric calculations, the volume between them, thus the growth of the diameter is essential in determining the volumetric growth of trees. The objective of this study is to evaluate by dendrometric bands the growth of commercial timber species in a managed area in the state of Acre, Brazilian Amazon region. For five years were monitored 509 trees distributed in five diameter classes (DBH ranging from 9.5 cm to 140.0 cm) and belonging to 27 species. The individual average diameter growth was of 0.542 cm year⁻¹ and the volumetric growth of 0.053 m³ year⁻¹. In general, the correlations between the diameter growth with the DBH and the environmental conditions (ecological and phytosanitary) of trees were very low.

Keywords: Amazonian timber species, dendrometric bands, tree growth.

INTRODUÇÃO

O crescimento das árvores consiste no aumento das dimensões das suas partes (troncos, galhos e raízes) em um determinado período de tempo, provocando mudanças quanto ao tamanho e forma (HUSCH et al., 1982). Entre estas dimensões citam-se o diâmetro do tronco e da copa, a altura, o volume, a biomassa e a área basal (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003; PRODAN et al., 1997). O crescimento é influenciado pelas características inerentes a cada espécie e a interação, de forma isolada ou em conjunto, com fatores do ambiente como os climáticos, edáficos, topográficos, competição com outras plantas, idade, estações do ano e condições microclimáticas (IMANÃ ENCINAS et al., 2005; POORTER & BONGERS, 1993; ZANON & FINGER, 2010).

O estudo do crescimento das árvores possibilita conhecer o potencial de produção de uma determinada área, o que é essencial para o planejamento da produção de madeira e a tomada de decisões sobre as demandas do mercado (COSTA et al., 2008; HOSOKAWA et al., 1998).

O diâmetro do fuste das árvores é uma medida básica de grande importância silvicultural que permite múltiplos cálculos e estimativas dendrométricas, tais como o volume e a área basal. A importância do diâmetro também se deve ao fato de ser uma medida de fácil obtenção e com menores erros de medição (CAMPOS & LEITE, 2009; SOARES et al., 2006).

Para avaliar o crescimento diamétrico de árvores em florestas tropicais muitos métodos são utilizados, citando-se: parcelas amostrais permanentes em inventários contínuos; análises dos anéis de crescimento; datação por radiocarbono; densitometria por raios X; predições através de modelos matemáticos de regressão; dendrômetros de alta precisão; e cintas, ou bandas, dendrométricas (COSTA et al., 2008; HIGUCHI et al., 2003; MATTOS et al., 2010; SILVA et al., 2002).

O objetivo deste estudo é avaliar por meio de cintas dendrométricas o crescimento diamétrico e volumétrico, bem como interações (correlações) com o DAP e os fatores ambientais, de espécies madeireiras comerciais manejadas em uma área de floresta no estado do Acre.

METODOLOGIA

A área do estudo localiza-se no município de Senador Guiomard, estado do Acre, a cerca de 110 km da capital Rio Branco. Possui 430 hectares, se insere no Projeto de Colonização Pedro Peixoto e é parte da reserva legal de pequenas propriedades de um projeto de pesquisa em manejo florestal comunitário (ARAUJO & CORREIA, 2014). A área possui topografia plana; solos de baixa fertilidade com alto teor de argila; hidrografia formada por pequenos igarapés semi-perenes; clima do tipo Aw (Köppen), tipicamente tropical, bastante quente e úmido, composto de estações de seca (maio a outubro) e de chuva (novembro a abril) bem definidas; temperatura média anual em torno de 25°C; precipitações anuais entre 1.800 a 2.200 mm; umidade relativa do ar elevada, acima dos 80%, em média; cobertura florestal típica da floresta tropical primária densa semi-perenifólia de terra firme amazônica (ACRE, 2006).

As etapas da implantação e monitoramento das cintas dendrométricas foram: 1. Mapeamento: consistiu na prospecção da área do estudo para localizar e georreferenciar as árvores com o uso de receptores GPS (modelos Garmin 60CSx e 76CSx); 2. Mensuração e caracterização ambiental (ecológica e fitossanitária) das árvores: nesta etapa foi tomado o CAP (circunferência à altura do peito, 1,30 m do solo), com uso de trena métrica comum; estimada a altura⁴ comercial do fuste; realizada caracterização e classificação quanto à: qualidade do fuste (aproveitamento total,

⁴ Em regra, as estimativas de altura do fuste comercial da árvore foram feitas apenas com a vista desguarnecida, sem auxílio de instrumentos de medição, tendo como referenciais comparativos as árvores circunvizinhas.

parcial e sem aproveitamento); posição sociológica (dominante, intermediária e suprimida); condição de luminosidade (muita luz, moderada luz e pouca luz); presença de cipós no fuste e galhos (alta, moderada, baixa e ausente); presença de plantas epífitas e parasitas no fuste e galhos (alta, moderada, baixa e ausente); infestação de cupins no fuste e galhos (alta, moderada, baixa e ausente); defeitos do fuste (sem defeitos e ao menos um defeito (partes ocas, podres, rachaduras, galhos quebrados e tortuosidade)); estado fitossanitário geral da árvore (bom, regular e ruim); e local sujeito a alagação (sim e não); 3. Instalação das cintas: consistiu na montagem, colocação e posicionamento da cinta na altura do DAP (diâmetro à altura do peito, 1,30 m do solo). O material da cinta foi o alumínio flexível com largura de 1,20 cm e espessura de 0,04 cm, contendo uma mola helicoidal metálica de 5,0 cm de comprimento e diâmetro de 0,6 cm, com garras de fixação, permitindo a distensão com o crescimento da árvore (Figura 1); 4. Medição das cintas: consistiu na tomada da distância entre dois orifícios da cinta (pontos de medição), com periodicidade anual, utilizando um paquímetro analógico de aço de 6" (Figura 1). A medida tomada refere-se ao CAP, portanto, no cálculo do crescimento diamétrico faz-se a conversão para DAP.

Figura 1. Instalação da cinta dendrométrica (a); cinta dendrométrica instalada e ajustada no fuste da árvore (b); detalhe mostrando os orifícios de medição das variações do crescimento (c); e medição da distância entre os orifícios com paquímetro (d).



Fotos: próprio autor.

Preliminarmente, foram selecionadas 31 espécies madeireiras de importância comercial: amarelão (*Aspidosperma vargasii* A. DC.); angelim (*Hymenolobium* sp.); angelim-amargoso (*Vatairea* sp.); angico (*Parkia* sp.); aroeira (*Astronium lecointei* Ducke); bálsamo (*Myroxylon balsamum* (L.) Harms); breu-vermelho (*Tetragastris altissima* (Aubl.) Swart.); cambará (*Erisma uncinatum* Warm.); catuaba (*Qualea tesmannii* Milldr.); cedro (*Cedrela odorata* L.); cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A.C.Sm.); cernambi-de-índio (*Drypetes* sp.); copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne); cumaru-cetim (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.); cumaru-ferro (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.); fava-orelinha (*Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth.); imbirindiba (*Terminalia* sp.); ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose); jatobá (*Hymenaea courbaril* L.); jequitibá (*Cariniana* sp.); jité (*Guarea pterorhachis* Harms); jutaí (*Hymenaea oblongifolia* Huber); maçaranduba (*Manilkara bidentata* (A.DC.) A.Chev); manité (*Brosimum alicastrum* Sw.); marupá (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.); pereiro (*Aspidosperma macrocarpon* Mart.); roxinho (*Peltogyne* sp.); samaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.); sucupira-amarela (*Vatairea sericea* (Ducke) Ducke); tauari (*Couratari macrosperma* A.C. Sm.); e violeta (*Platymiscium trinitatis* Benth.). A nomenclatura das espécies foi com base no trabalho de Araujo & Silva (2000), tendo sido os nomes científicos atualizados e aferidos em bases de dados disponíveis na web: Lista de Espécies da Flora do Brasil, MOBOT (Missouri Botanical Garden) e NYBG (New York Botanical Garden).

Como critérios de seleção das espécies foram utilizados, além da reconhecida qualidade da madeira e o alto interesse comercial, a ocorrência significativa na área do estudo e os quantitativos volumétricos definidos em POA's (Planos Operativos Anuais) do manejo comunitário do PC Pedro Peixoto entre 1997 a 2006, em que foram manejados cerca de 150 hectares a uma intensidade exploratória média efetiva de $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, em um ciclo de corte de 10 anos.

As árvores (unidades amostrais) foram tomadas aleatoriamente na área do estudo. Foi estabelecida para cada espécie uma intensidade amostral de 46 árvores (12 para as três primeiras classes e 05 para as duas últimas) distribuídas em cinco classes de CAP a partir de 30,0 cm: I. $30 \leq \text{CAP} \leq 90 \text{ cm}$ ($9,5 \leq \text{DAP} \leq 28,7 \text{ cm}$); II. $91 \leq \text{CAP} \leq 150 \text{ cm}$ ($28,8 \leq \text{DAP} \leq 47,7$); III. $151 \leq \text{CAP} \leq 210 \text{ cm}$ ($47,8 \leq \text{DAP} \leq 66,8 \text{ cm}$); IV. $211 \leq \text{CAP} \leq 270 \text{ cm}$ ($66,9 \leq \text{DAP} \leq 85,9 \text{ cm}$); e V. $\text{CAP} > 270 \text{ cm}$ ($\text{DAP} > 85,9 \text{ cm}$).

O incremento diamétrico anual (IDA) foi calculado a cada duas avaliações, de maneira a conter as informações sobre a diferença das distâncias entre os orifícios (pontos) de medição da cinta dendrométrica e o período de tempo em que ocorreu esta diferença. É dado pela expressão (1):

$$IDA_n = \frac{\left(\frac{Dp_n - Dp_{n-1}}{Int}\right) 365}{\pi} \quad (1)$$

Em que: IDA_n = incremento diamétrico anual da n ésima avaliação, em $cm\ ano^{-1}$
 Dp_n = distância entre pontos de medição da cinta na n ésima (n) avaliação, em cm
 Dp_{n-1} = distância entre pontos de medição da cinta na avaliação anterior (n-1), em cm
 Int = intervalo de tempo entre as medições "n" e "n-1", em dias, dado por (2):

$$Int = Dt_n - Dt_{n-1} \quad (2)$$

Dt_n = data de medição da n ésima (n) avaliação da cinta
 Dt_{n-1} = data de medição da avaliação anterior (n-1) da cinta
 365 = número de dias do ano
 $\pi = 3,1416$ (constante de conversão de CAP em DAP)

Foram realizadas para as espécies e ao conjunto das árvores, por meio de gráficos de dispersão e regressão dos dados, análises das relações funcionais entre o incremento diamétrico anual médio (IDA_m) e o DAP médio (DAP_m), utilizando o coeficiente de determinação (R^2) para aferição do grau de associação entre as variáveis. Para as variáveis da caracterização ambiental e o IDA_m , o grau de associação foi determinado pelo coeficiente de correlação linear de Pearson (α). Nos procedimentos de cálculo de α foi fornecido um atributo numérico (em ordem crescente, ou seja, das situações entendidas como menos favoráveis às mais favoráveis ao crescimento diamétrico das árvores) aos dados nominais de cada característica ambiental de modo a formar um par com a variável IDA_m das unidades amostrais. Os gráficos de dispersão e análises de regressão dos dados foram efetuados em Microsoft Excel 2010 e as análises das correlações α no programa SAS 9.2.

O volume das árvores (V) foi calculado com os dados do DAP e altura comercial do fuste (H) obtidos na etapa de mensuração e caracterização ambiental. O V pode ser calculado individualmente a cada árvore ou de modo conjunto às espécies ou grupo de árvores (nesses casos foram utilizados os dados médios do DAP e H de cada conjunto). O V é dado pela expressão (3):

$$V_n = \frac{DAP_n^2 \pi}{40000} H_n 0,874 \quad (3)$$

Em que: V_n = volume da n ésima árvore (ou média do grupo de árvores), em m^3
 DAP_n = DAP da n ésima árvore (ou média do grupo de árvores), em cm
 $\pi = 3,1416$ (constante)
 H_n = altura comercial do fuste da n ésima árvore (ou média do grupo de árvores), em m
 40000 = constante
 0,874 = fator de forma (FIGUEIREDO et al., 2009)

O incremento volumétrico anual (IVA) foi calculado com base no IDA. Corresponde a diferença dos volumes de duas avaliações seqüenciais, ou seja, dos volumes calculados entre uma avaliação inicial (com o DAP e H obtidos na etapa de implantação das cintas dendrométricas) e

outra do ano seguinte (com o DAP inicial, acrescido do IDA, e H inicial, sem considerar o crescimento em altura do fuste⁵). O IVA é dado pela expressão (4):

$$IVA_n = V_n - V_{n-1} \quad (4)$$

Em que: IVA_n = incremento volumétrico anual da n ésima avaliação, em $m^3 \text{ ano}^{-1}$

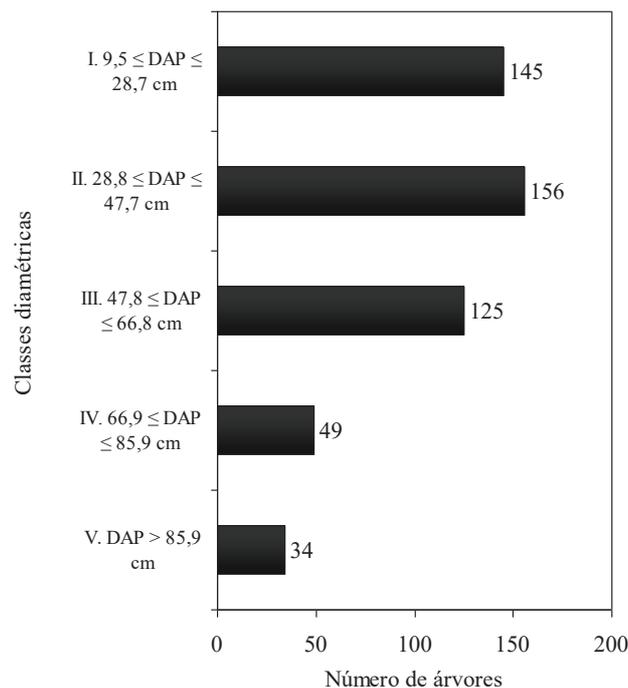
V_n = volume da árvore (ou média do grupo de árvores) na n ésima avaliação (n), em m^3

V_{n-1} = volume da árvore (ou média do grupo de árvores) na avaliação anterior ($n-1$), em m^3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo compreendeu seis avaliações, a primeira ao final de 2008 e a última nos meses de maio e junho de 2014. Cabe destacar que a primeira avaliação foi desconsiderada por haver falhas de medição, assim, o estudo possui cinco avaliações válidas. Em 2010 o número de cintas instaladas alcançou 957, entretanto, houveram empecilhos imprevistos (citam-se o fim da parceria com alguns proprietários e abertura de roçados onde haviam árvores com cintas) e a última avaliação totalizou 509 unidades amostrais efetivas (Figura 2).

Figura 2. Distribuição por classe diamétrica das unidades amostrais (árvores) monitoradas.



Fonte: Araujo (2016).

As 509 unidades amostrais efetivas abrangeram 27 espécies, ficando, portanto, quatro espécies (angelim, bálsamo, jatobá e sucupira-amarela) ausentes da seleção feita a priori. Os dados dendrométricos médios das árvores por classe diamétrica foram os seguintes⁶: I. $9,5 \leq \text{DAP} \leq 28,7$

⁵ Devido a dificuldade prática de medição e obtenção do dado, no cálculo do IVA proposto não é considerado o crescimento em altura do fuste, muito embora este ocorra e possa ter efeito, mesmo que reduzido, no seu volume.

⁶ Os dados entre parênteses, na ordem de apresentação, referem-se a: DAP médio; número de dados gerador do DAP médio; desvio padrão (σ) do DAP médio; coeficiente de variação % (cv%) do DAP médio; H médio; número de dados gerador do H médio; desvio

cm (19,2 cm; 145; 6,0; 31,3%; 10,0 m; 140; 4,4; 43,8%); II. $28,8 \leq \text{DAP} \leq 47,7$ cm (38,4 cm; 156; 5,7; 14,8%; 16,9 m; 154; 6,3; 37,3%); III. $47,8 \leq \text{DAP} \leq 66,8$ cm (55,7 cm; 125; 5,1; 9,1%; 19,1 m; 124; 7,9; 41,5%); IV. $66,9 \leq \text{DAP} \leq 85,9$ cm (75,0 cm; 49; 5,7; 7,6%; 20,4 m; 48; 7,6; 37,3%); V. $\text{DAP} > 85,9$ cm (99,6 cm; 34; 14,6; 14,7%; 18,7 m; 34; 6,5; 34,5%); Classes em conjunto (44,5 cm; 509; 23,2; 52,3%; 16,0 m; 500; 7,5; 47,0%).

As cinco avaliações válidas geraram quatro séries de IDA_m , as quais apresentaram a média geral de $0,542 \text{ cm ano}^{-1}$. Na literatura constam dados bastante diversos quanto às taxas de crescimento diamétrico de florestas naturais no Brasil e em outros países, os deste estudo estão dentro dos padrões observados. Costa et al. (2008) encontrou na Floresta Nacional do Tapajós o crescimento diamétrico médio variando na faixa de $0,350$ a $0,550 \text{ cm ano}^{-1}$. Silva et al. (2002) encontrou em uma área não explorada próxima a Manaus-AM a média de $0,164 \text{ cm ano}^{-1}$. Segundo De Graaf (1986), a taxa média de crescimento diamétrico das árvores em uma floresta no Suriname variou de $0,100$ a $0,400 \text{ cm ano}^{-1}$ e $0,600$ a $1,000 \text{ cm ano}^{-1}$, respectivamente em áreas exploradas sem e com tratamentos silviculturais. Estudos de crescimento diamétrico após a colheita em florestas da Costa Rica e na Guiana Francesa relatam taxas variando de $0,250$ a $0,600 \text{ cm ano}^{-1}$ (FINEGAN & CAMACHO, 1999; GOURLET-FLEURY et al., 2004).

Para as classes diamétricas, os IDA_m (média das médias das séries) e a relação proporcional (percentual) entre estes e as classes (DAP médio do centro das classes), além dos parâmetros estatísticos simples, são mostrados na Tabela 1:

Tabela 1. Parâmetros do crescimento diamétrico das árvores monitoradas por classe diamétrica.

Classe diamétrica	n	IDA_m	σ	cv%	DAP_c	P
I. $9,5 \leq \text{DAP} \leq 28,7$ cm	145	0,604	0,585	96,9	19,1	3,16
II. $28,8 \leq \text{DAP} \leq 47,7$ cm	156	0,543	0,490	90,3	38,3	1,42
III. $47,8 \leq \text{DAP} \leq 66,8$ cm	125	0,609	0,534	87,7	57,3	1,06
IV. $66,9 \leq \text{DAP} \leq 85,9$ cm	49	0,595	0,482	81,0	76,4	0,78
V. $\text{DAP} > 85,9$ cm	34	0,740	0,683	92,3	95,5	0,77
Total	509	-	-	-		

Em que: n = número unidades amostrais (árvores) gerador dos dados; IDA_m = incremento diamétrico anual médio, em cm ano^{-1} ; σ = desvio padrão do IDA_m , em cm ano^{-1} ; cv% = coeficiente de variação percentual do IDA_m , em %; DAP_c = DAP médio do centro de classe, em cm; P = relação proporcional entre o IDA_m e DAP_c , em %.

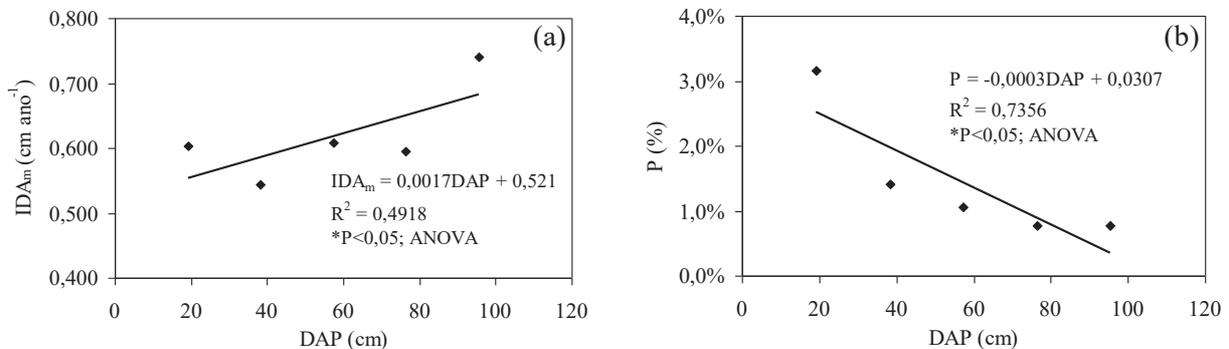
Fonte: Araujo (2016).

Os IDA_m observados distribuídos por classes diamétricas revelaram não haver tendências expressivas de aumento ou diminuição entre as classes, exceto para a maior que se apresentou acima das demais. Isso indica pouca intensidade para as correlações entre o porte do indivíduo e o

padrão (σ) do H médio; coeficiente de variação % (cv%) do H médio. Embora os dados de altura sejam estimativas com precisão limitada (feitas sem o uso de instrumentos), entende-se que o grande número de observações lhes conferem robustez satisfatória.

crescimento diamétrico. Contudo, quando se observa a relação proporcional (percentual) entre os IDA_m e as classes diamétricas (DAP do centro das classes) verifica-se um crescimento mais acentuado e ascendente no sentido das maiores para as menores classes (Figura 3).

Figura 3. Dispersão dos dados e regressão ajustada entre o incremento diamétrico anual médio (IDA_m) e o DAP (a) e entre a proporção percentual do IDA_m ($P\%$) e o DAP (b), utilizando o DAP do centro das classes diamétricas.



Fonte: Araujo (2016).

Os gráficos de dispersão dos dados médios e as análises de regressão (função linear) comprovam que o grau de associação no primeiro caso (IDA_m com o DAP do centro de classe) é inferior e menos acentuado do que no segundo caso (proporção do IDA_m com o DAP do centro de classe), uma vez que os R^2 foram, respectivamente, de 0,4918 e de 0,7356. Como em regressão linear o R^2 é o quadrado de α (SHIMAKURA, 2006), os valores de α serão, respectivamente ao primeiro e ao segundo caso, de 0,7013 e de -0,8577 (negativo por ser descendente) e classificados quanto à intensidade em "moderado positivo" e "forte negativo" (TOLEDO & OVALLE, 1995).

Os cálculos em separado por espécie possibilitaram o escalonamento destas quanto aos seus IDA_m (Tabela 2). Por sua vez, os dados de DAP_m , altura média do fuste (H_m) e IDA_m permitiram o cálculo (expressão (3)) do volume individual inicial médio (V_{0m}) e do volume individual final médio (V_{fm}) (um ano após). A diferença entre o V_{fm} e o V_{0m} , portanto, exprime o incremento volumétrico anual médio (IVA_m) das espécies. Observa-se que o escalonamento do IDA_m não guarda similaridade alguma com o do IVA_m , o que se deve às diferentes médias dendrométricas.

Tabela 2. Parâmetros dendrométricos e do crescimento diamétrico e volumétrico das espécies monitoradas, escalonadas em ordem decrescente ao crescimento diamétrico.

N	Espécie	n	DAP_m	H_m	IDA_m	σ	cv%	V_{0m}	V_{fm}	IVA_m
1.	Marupá	9	29,8	17,7	1,562	0,341	21,8	1,078	1,194	0,116
2.	Roxinho	4	30,5	14,5	1,421	0,445	31,4	0,927	1,015	0,088
3.	Jequitibá	7	60,7	17,3	1,283	0,370	28,9	4,368	4,554	0,187
4.	Fava-orelinha	10	68,7	18,9	1,022	0,309	30,2	6,123	6,307	0,184
5.	Angico	28	41,1	12,1	1,013	0,260	25,7	1,409	1,479	0,070
6.	Samaúma	32	50,5	15,1	0,735	0,156	21,2	2,644	2,722	0,078
7.	Cumaru-cetim	33	47,0	18,3	0,696	0,347	49,9	2,774	2,857	0,083

Terra - Mudanças Climáticas e Biodiversidade

8.	Copaíba	31	49,5	12,0	0,672	0,062	9,2	2,012	2,067	0,055
9.	Cedro	15	28,3	10,6	0,657	0,236	35,9	0,585	0,612	0,028
10.	Angelim-amargoso	15	42,1	17,4	0,616	0,311	50,5	2,122	2,184	0,063
11.	Cambará	5	70,2	26,8	0,612	0,380	62,2	9,071	9,230	0,159
12.	Jutaí	25	51,5	20,5	0,554	0,039	7,0	3,730	3,810	0,081
13.	Cerejeira	20	31,3	14,7	0,533	0,016	3,0	0,990	1,024	0,034
14.	Pereiro	5	54,9	17,6	0,459	0,190	41,3	3,643	3,705	0,061
15.	Amarelão	16	43,8	22,8	0,434	0,055	12,8	3,000	3,060	0,060
16.	Ipê-amarelo	29	44,3	19,0	0,421	0,134	31,7	2,561	2,610	0,049
17.	Tauari	25	48,0	22,7	0,408	0,134	32,9	3,592	3,653	0,061
18.	Violeta	14	41,4	17,1	0,406	0,140	34,5	2,007	2,047	0,040
19.	Catuaba	23	45,2	17,6	0,405	0,114	28,0	2,462	2,506	0,044
20.	Cumaru-ferro	12	42,0	13,5	0,400	0,070	17,6	1,641	1,672	0,031
21.	Aroeira	19	50,6	26,4	0,390	0,096	24,6	4,627	4,698	0,072
22.	Maçaranduba	18	35,8	12,2	0,372	0,053	14,3	1,072	1,095	0,023
23.	Manitê	19	27,9	13,1	0,344	0,163	47,4	0,695	0,712	0,017
24.	Breu-vermelho	30	43,1	8,0	0,311	0,093	29,9	1,020	1,035	0,015
25.	Cernambi-de-índio	17	40,0	16,9	0,265	0,061	23,2	1,865	1,889	0,025
26.	Imbirindiba	17	47,9	15,8	0,249	0,081	32,6	2,492	2,518	0,026
27.	Jitó	31	48,0	11,7	0,245	0,063	25,8	1,843	1,862	0,019
Total		509	-	-	-	-	-	-	-	-

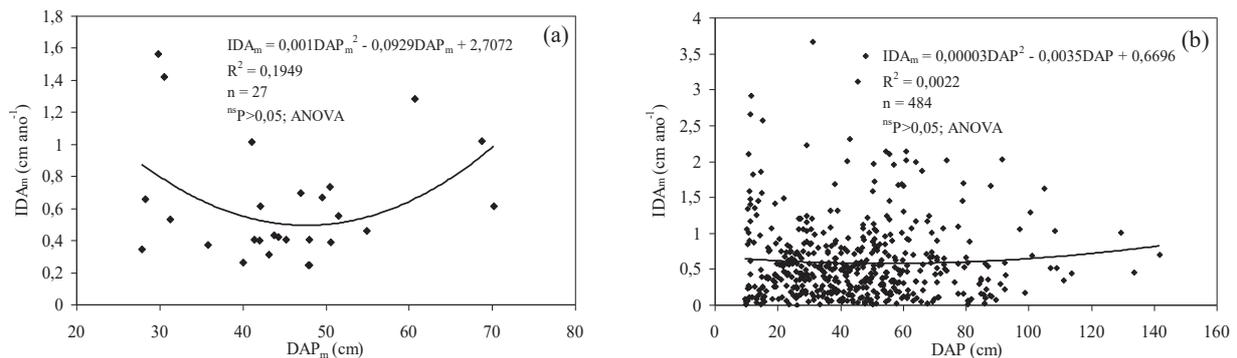
Em que: N = posição hierárquica da espécie quanto ao incremento diamétrico; n = número de unidades amostrais (árvores) gerador dos dados; DAP_m = DAP individual médio, em cm; H_m = altura individual média do fuste, em m; IDA_m = incremento diamétrico anual médio, em $cm\ ano^{-1}$; σ = desvio padrão do IDA_m , em $cm\ ano^{-1}$; $cv\%$ = coeficiente de variação percentual do IDA_m , em %; V_{0m} = volume individual inicial médio com base no DAP_m e H_m , em m^3 ; V_{fm} = volume individual final médio com base no $DAP_m + IDA_m$ e H_m , em m^3 ; IVA_m = incremento volumétrico individual anual médio, em $m^3\ ano^{-1}$; DAP_m e H_m são os iniciais com base no DAP e altura do fuste tomados no momento da caracterização das árvores; IDA_m é referente à média das médias das séries de avaliações das espécies; ressalva-se que algumas espécies apresentaram um baixo n (p.ex.: cambará, pereiro e roxinho), o que afeta a representatividade dos seus dados; o cálculo do V_{fm} não considerou o crescimento em altura do fuste.

Fonte: Araujo (2016).

As relações funcionais entre o IDA_m (média das séries de incremento) e o DAP_m , para as árvores agrupadas por espécies, revelaram um baixo R^2 , portanto, um baixo grau de associação entre as variáveis. Quando analisadas individualmente (por árvore), as relações do IDA_m com o DAP apresentaram um R^2 ainda menor (quase nulo). Deste modo, os baixos R^2 encontrados (ambos por função quadrática) confirmam que o crescimento diamétrico das árvores de maiores diâmetros não apresenta diferenças expressivas com as de menores diâmetros⁷ (Figura 4).

⁷ O crescimento diamétrico aqui referido é o absoluto (em $cm\ ano^{-1}$), entretanto, diferente disso, conforme a Figura 3, o crescimento diamétrico proporcional ao diâmetro das árvores (em %) é menor nas de maiores diâmetros do que nas de menores diâmetros.

Figura 4. Dispersão dos dados e regressão ajustada entre o incremento diamétrico anual médio (IDA_m) e o DAP médio (DAP_m) por espécie (a) e entre o IDA_m e o DAP individuais do conjunto das árvores do estudo (b).



Fonte: Araujo (2016).

De modo análogo, as relações funcionais entre os dados individuais do IDA_m e do DAP_m de cada espécie, mostraram, em geral, que são fracos os níveis de associação destas variáveis. Por meio de regressão linear simples, a maioria das espécies apresentou um baixo R^2 (os dados entre parênteses referem-se ao R^2 e respectivo número de pares de dados gerador): amarelão (0,0004; 15), angelim-amargoso (0,3200; 15), angico (0,0965; 27), aroeira (0,0722; 12), breu-vermelho (0,0495; 29), cambará (0,4284; 5), catuaba (0,0002; 23), cedro (0,1383; 15), cerejeira (0,3321; 19), cernambi-de-índio (0,3511; 17), copaíba (0,0355; 30), cumaru-cetim (0,0287; 31), cumaru-ferro (0,0290; 12), fava-orelinha (0,3773; 10), imbirindiba (0,2925; 17), ipê-amarelo (0,0021; 29), jequitibá (0,7421; 7), jité (0,0182; 29), jutaí (0,0045; 25), maçaranduba (0,3575; 18), manitê (0,1247; 12), marupá (0,4855; 7), pereiro (0,7803; 5), roxinho (0,5485; 4), samaúma (0,3477; 32), tauari (0,0378; 25) e violeta (0,1021; 14).

Os resultados da caracterização das árvores em campo foram (os dados entre parênteses referem-se ao número de árvores e % em relação ao total de árvores): 1. Qualidade do fuste: aproveitamento total (418; 86,2%), parcial (62; 12,8%), sem aproveitamento (5; 1,0%); 2. Posição sociológica: dominante (122; 25,1%), intermediária (263; 54,1%) e suprimida (101; 20,8%); 3. Condição de luminosidade: muita luz (131; 27,0%), moderada luz (252; 51,9%) e pouca luz (103; 21,2%); 4. Presença de cipós: alta (6; 1,2%), moderada (59; 12,1%), baixa (90; 18,5%) e ausente (331; 68,1%); 5. Presença de plantas epífitas e parasitas: alta (1; 0,2%), moderada (21; 4,3%), baixa (66; 13,6%) e ausente (398; 81,9%); 6. Infestação de cupins: alta (1; 0,2%), moderada (17; 3,5%), baixa (38; 7,8%) e ausente (430; 88,5%); 7. Defeitos do fuste: sem defeitos (421; 86,6%) e ao menos um defeito (65; 13,4%); 8. Estado fitossanitário geral: bom (443; 91,2%), regular (42; 8,6%) e ruim (1; 0,2%); e 9. Local sujeito a alagação: sim (15; 3,1%) e não (471; 96,9%).

Os α entre as características ambientais (incluindo o DAP) e o IDA_m revelaram, em geral, relações funcionais muito baixas (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação linear entre as características ambientais das unidades amostrais do estudo e o incremento diamétrico anual médio (IDA_m).

Característica da árvore	α	n_p	F_0
Condição de luminosidade	0,2206	482	**
Posição sociológica	0,2025	482	**
Presença de plantas epífitas e parasitas	0,1470	482	**
Infestação de cupins	0,1115	482	*
Qualidade do fuste	0,0787	481	ns
Estado fitossanitário geral da árvore	0,0547	482	ns
Presença de cipós	0,0206	482	ns
DAP	-0,0002	484	ns
Defeitos do fuste	-0,0636	482	ns
Local sujeito a alagação	-0,1638	482	**

Em que: α = coeficiente de correlação linear; n_p = número de pares de dados gerador do α ; F_0 = nível de significância estatística pelo teste F; ns = α não significativo ($p > 0,05$ de H_0); * = α significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$ de H_0); ** = α significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$ de H_0); o IDA_m é referente à média das médias individuais das séries de avaliações das unidades amostrais.

Fonte: Araujo (2016).

CONCLUSÕES

As baixas relações funcionais (α e R^2) entre o DAP (individualmente e em grupos) e as características ambientais das árvores com o IDA_m demonstram ausência de padrões que correlacionem estas variáveis com o crescimento das árvores. Entretanto, quando as árvores foram observadas agrupadas por espécie as diferenças comparativas se evidenciaram, indicando haver padrões de crescimento distintos.

Ainda que realizado em áreas restritas ao estado do Acre e para um número mediano de espécies quando comparado ao potencial de espécies manejáveis da região, entende-se que os resultados deste estudo se constituem em bons indicativos para a Amazônia visto que esta, embora de enorme extensão territorial, é considerada um bioma único, relativamente homogêneo quanto ao clima, hidrografia, topografia, tipos edáficos, etc. e, especialmente, quanto ao ecossistema florestal.

REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. *Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II Documento síntese – escala 1:250.000*. Rio Branco: SEMA, 2006, 355p.
- ARAUJO, H. J. B. de. Crescimento de espécies madeireiras em uma floresta acreana e compatibilidade com a legislação florestal. *Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, Belém, v. 59, n. 2, p. 113-123, 2016.

- ARAUJO, H.J.B.; CORREIA, M.F. Índices técnicos e econômicos da colheita madeireira com microtrator substituindo animais em manejo florestal comunitário. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 57, n. 2, p. 146-155, 2014.
- ARAUJO, H.J.B.; SILVA, I.G. *Lista de espécies florestais do Acre (ocorrência com base em inventários florestais)*. Rio Branco: Embrapa Acre, Documentos 48, 2000, 77p.
- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. *Mensuração Florestal: perguntas e respostas*. Viçosa: Editora UFV, 2009, 542p.
- COSTA, D.H.M.; SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. Crescimento de árvores em uma área de terra firme na floresta nacional do Tapajós após a colheita de madeira. *Revista de Ciências Agrárias*, n. 50, p. 63-76, 2008.
- DE GRAAF, N.R. *A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname*. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1986, 250p.
- FIGUEIREDO, E.O.; SCHROEDER, R.; PAPA, D.A. *Fatores de forma para 20 espécies florestais comerciais da Amazônia*. Rio Branco: Embrapa Acre, Comunicado Técnico 173, 2009, 4p.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; HUBIE, S.R.; SCHAAF, L.B.; FIGUEIREDO, D.J.; SANQUETTA, C.R. Avaliação do incremento em diâmetro com o uso de cintas dendrométricas em algumas espécies de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Estado do Paraná. *Ciências Exatas e Naturais*, v. 5, n. 1, p. 69-84, 2003.
- FINEGAN, B.; CAMACHO, M. Stand dynamics in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest, 1988-1996. *Forest Ecology and Management*, n. 121, p. 177-189, 1999.
- GOURLET-FLEURY, S.; GUEHL, J.M.; LAROUSSINIE, O. *Ecology and management of a neotropical rainforest. Lessons drawn from Paracou, a long-term experimental research site in French Guiana*. Paris: Elsevier, 2004, 326p.
- HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.Q.; SILVA, R.P.; MIRANDA, E.V.; SANTOS, J.; ILDA, S.; ROCHA, R.M.; PINTO, A.C.M.; SOUZA, C.A.S. Uso de bandas metálicas e dendrômetros automáticos para a definição de padrão de crescimento individual das principais espécies arbóreas da floresta primária da região de Manaus, Amazonas, Brasil. In: HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; SAMPAIO, P.T.B.; MARENCO, R.A.; FERRAZ, J.; SALES, P.C.; SAITO, M.; MATSUMOTO, S. (Eds.). *Projeto Jacarandá Fase II: Pesquisas Florestais na Amazônia Central*. Manaus: Jacaré, 2003, p. 55- 68.

- HOSOKAWA, R.T.; MOURA, J.B.; CUNHA, U.S. *Introdução ao manejo e economia de florestas*. Curitiba: UFPR, 1998, 162p.
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. *Forest Mensuration*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1982, 402p.
- IMANÃ ENCINAS, J.; SILVA, G.F.; PINTO, J.R.R. *Idade e crescimento das árvores*. Brasília: UnB, Comunicações Técnicas Florestais 7, 2005, 40p.
- MATTOS, P.P.; OLIVEIRA, M.F.; AGUSTINI, A.F.; BRAZ, E.M.; RIVERA, H.; OLIVEIRA, Y.M.M.; ROSOT, M.A.D.; GARRASTAZU, M.C. Aceleração do crescimento em diâmetro de espécies da Floresta Ombrófila Mista nos últimos 90 anos. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 30, n. 64, p. 319-326, 2010.
- POORTER, L.; BONGERS, F. *Ecology of tropical forests*. Wageningen: Agricultural University, 1993, 223p.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. *Mensura Forestal*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1997, 562p.
- SHIMAKURA, S.E. Coeficiente de determinação. 2006. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node76.html>>. Acesso em: 15/08/2015.
- SILVA, R.P.; SANTOS, J.; TRIBUZY, E.S.; CHAMBERS, J.Q.; NAKAMURA, S.; HIGUCHI, N. Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil. *Forest Ecology and Management*, n. 166, p. 295-301, 2002.
- SOARES, C.B.S.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. *Dendrometria e inventário florestal*. Viçosa: UFV, 2006, 276p.
- TOLEDO, G.L.; OVALLE, I.I. *Estatística Básica*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1995, 459p.
- ZANON, M.L.B.; FINGER, C.A.G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. *Ciência Florestal*, v. 20, n. 3, p. 467-476, 2010.