



ARTIGO ORIGINAL

Henrique José Borges de Araujo^{1*}

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– Embrapa Acre, Rodovia BR-364, km 14,
69908-970, Rio Branco, AC, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: henrique.araujo@embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE

Ciclo de corte
Crescimento de árvores
Intensidade de corte
Manejo florestal

Keywords

Cutting cycle
Tree growth
Cutting intensity
Forest management

Crescimento de espécies madeireiras em uma floresta acreana e compatibilidade com a legislação florestal

Growth of timber species in a forest in Acre and compatibility with the forest legislation

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 em uma área manejada no estado do Acre, possibilitando relacionar a intensidade exploratória da colheita e os ciclos de corte referenciais da legislação com a capacidade de reposição da floresta. 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 características das árvores foram muito baixas. O ciclo de corte médio encontrado foi 40,8 anos, variando de 9,3 a 97,9 anos entre as espécies monitoradas. Os resultados indicam que as intensidades e os ciclos de corte da legislação florestal estão superestimados e são incompatíveis com a capacidade de restabelecimento da floresta.

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, making it possible to relate the exploratory intensity of harvest and the reference cutting cycles of legislation with the recovery capacity of the forest. 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 of trees were very low. The average cutting cycle found was 40.8 years, ranging from 9.3 a 97.9 years between the monitored species. The study results showed that the intensities and cutting cycles of the forestry legislation are overestimated and are incompatible with the recovery capacity of the forest.

Recebido: 04 jan. 2016
Aceito: 27 jun. 2016

1 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). Por ser o diâmetro do fuste uma variável fundamental na determinação do volume, o seu incremento se constitui no mais importante componente na determinação do incremento em volume das árvores (Chambers et al., 1998).

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).

Em planos de manejo florestal a compatibilidade entre o volume da colheita com o crescimento das espécies manejadas é fundamental, pois estes planos somente serão sustentáveis quando a reposição volumétrica das espécies for igual ou superior ao volume retirado. O objetivo deste estudo é avaliar por meio de cintas dendrométricas o crescimento de espécies madeireiras em uma área manejada no estado do Acre, possibilitando relacionar a intensidade exploratória da colheita e os ciclos de corte referenciais da legislação com a capacidade de reposição da floresta.

2 Material e Métodos

A área do estudo localiza-se no município de Senador Guiomard, estado do Acre, a cerca de 110 km da capital Rio Branco (09° 46' 43,6" S e 67° 10' 47,6" W). Possui 430 ha, 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 altura¹ comercial do fuste; realizada caracterização e classificação quanto à qualidade do fuste (aproveitamento total, 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 foi tomada com precisão de décimos de milímetro e refere-se ao CAP, portanto, no cálculo do crescimento diamétrico faz-se a conversão² para DAP.

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*

¹ 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.

² Devido à praticidade e facilidade de obtenção, o CAP é a medida mais comumente tomada em campo, no entanto, a medida padrão de referência às dimensões do diâmetro do fuste de uma árvore é o DAP, calculado pela razão entre o CAP e π (3,1416).



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).

Figure 1. Installation of dendrometric band (a); dendrometric band installed and adjusted on the tree trunk (b); detail showing the measuring points of the growth variations (c); measuring the distance between points with a caliper rule (d).

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); manitê (*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. O IDA é dado pela Equação 1:

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

Em que: IDA_n = incremento diamétrico anual da enésima avaliação, em cm ano^{-1} ; Dp_n = distância entre pontos de medição da cinta na enésima (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 Equação 2:

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

Dt_n = data de medição da enésima (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 Equação 3:

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

Em que: V_n = volume da enésima árvore (ou média do grupo de árvores), em m^3 ; DAP_n = DAP da enésima árvore (ou média do grupo de árvores), em cm; $\pi = 3,1416$ (constante); H_n = altura comercial do fuste da enésima 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 fuste³). O IVA é dado pela Equação 4:

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

Em que: IVA_n = incremento volumétrico anual da enésima avaliação, em $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$; V_n = volume da árvore (ou média do grupo de árvores) na enésima 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 .

Com base nos dados do volume da avaliação inicial (V_0), calculado com o DAP e H iniciais, e do IVA, que por sua vez considera o IDA, foi calculado o tempo de reposição do V_0 ou ciclo de corte ótimo (T). O T corresponde ao período ideal de espera (pousio), entre uma colheita e outra, para que o volume retirado (ou seja, o V_0) seja repostado pela floresta manejada em igual quantidade por meio do crescimento das árvores. O T é dado pela Equação 5:

$$T = \frac{V_0}{IVA} \quad (5)$$

Em que: T = tempo de reposição do volume inicial ou ciclo de corte ótimo, em anos; V_0 = volume na avaliação inicial (com base no DAP e H iniciais), em m^3 ; IVA = incremento volumétrico anual, em $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$.

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).

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 seguintes⁴: I. $9,5 \leq DAP \leq 28,7$ cm (19,2 cm; 145; 6,0; 31,3%; 10,0 m; 140; 4,4; 43,8%); II. $28,8 \leq DAP \leq 47,7$ cm (38,4 cm; 156; 5,7; 14,8%; 16,9 m; 154; 6,3; 37,3%); III. $47,8 \leq DAP \leq 66,8$ cm (55,7 cm; 125; 5,1; 9,1%; 19,1 m; 124; 7,9; 41,5%); IV. $66,9 \leq DAP \leq 85,9$ cm (75,0 cm; 49; 5,7; 7,6%; 20,4 m; 48; 7,6; 37,3%); V. $DAP > 85,9$ 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 (média das médias das séries) de $0,542 \text{ cm ano}^{-1}$. No decorrer das quatro séries o IDA_m aumentou cumulativamente em 2,168 cm para o conjunto das árvores (Figura 3).

⁴ Os dados entre parênteses, na ordem de apresentação, referem-se a: DAP médio; número de dados gerador do DAP médio; desvio padrão (s) do DAP médio; coeficiente de variação % (cv%) do DAP médio; H médio; número de dados gerador do H médio; desvio padrão (s) 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.

³ 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.

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. Ressalta-se que os dados da literatura são igualmente

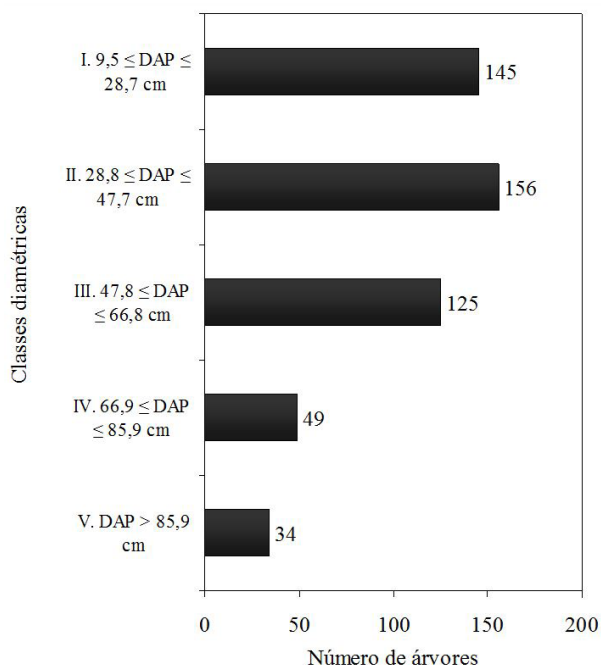


Figura 2. Distribuição por classe diamétrica das unidades amostrais (árvores) monitoradas.

Figure 2. Distribution by diameter class of sample units (trees) monitored.

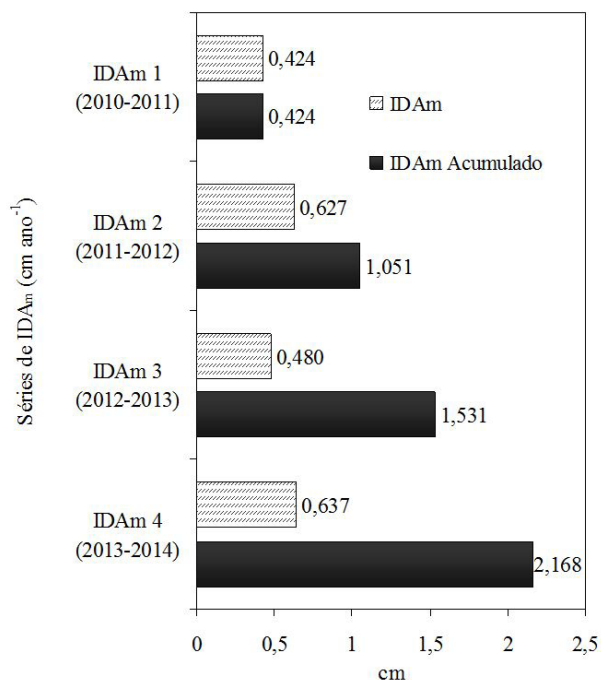


Figura 3. Séries de incremento diamétrico anual médio (IDAm) e IDAm Acumulado nas avaliações realizadas.

Figure 3. Series of average annual diameter increment (IDAm) and IDAm Accumulated in the assessments.

diversos quanto às especificidades de obtenção, a exemplo dos métodos, locais, espécies etc. Costa et al. (2008), estudando o crescimento de árvores comerciais com $\text{DAP} \geq 5$ cm após a colheita na Floresta Nacional do Tapajós, por meio de parcelas permanentes de inventário florestal contínuo, no período de 1983 a 1987, encontrou o crescimento diamétrico médio variando na faixa de 0,350 a 0,550 cm ano⁻¹. O referido estudo mostra que à medida que o tempo passa, a taxa de crescimento diminui, alcançando, no período de 1981 a 1997 (18 anos), a média 0,300 cm ano⁻¹ para todas as espécies e 0,350 cm ano⁻¹ para as espécies comerciais, níveis que se aproximam de uma floresta não explorada. Silva et al. (2002), estudando o crescimento diamétrico de 272 indivíduos com $\text{DAP} \geq 10$ cm selecionados aleatoriamente em uma área não explorada próxima a Manaus-AM, utilizando cintas dendrométricas, com medições mensais durante 19 meses, encontrou a média de 0,164 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 cm ano⁻¹ e 0,600 a 1,000 cm ano⁻¹, respectivamente em áreas exploradas sem e com tratamentos silviculturais. Estudos de casos de crescimento diamétrico após a colheita em florestas da Costa Rica e na Guiana Francesa relatam taxas variando de 0,250 a 0,600 cm ano⁻¹ (Finegan & Camacho, 1999; Gourlet-Fleury et al., 2004).

Outros estudos confirmam que as taxas de crescimento diamétrico em florestas naturais são bastante variáveis. Figueiredo Filho et al. (2003), analisando seis espécies de folhosas em uma floresta ombrófila mista no sul do estado Paraná (a área sofreu exploração seletiva de araucárias há mais de 30 anos), por meio de cintas dendrométricas, encontrou o crescimento diamétrico médio de 0,261 cm ano⁻¹. Mattos et al. (2010), estudando cinco espécies de folhosas no estado de Santa Catarina, também em uma floresta ombrófila mista, em estado de regeneração avançado, por método não destrutivo (trado de incremento), chegou ao crescimento diamétrico médio em 20 anos de 0,670 cm ano⁻¹ com variação entre as espécies de 0,350 a 0,980 cm ano⁻¹.

Para as classes diamétricas, os IDAm (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.

Os IDAm quando 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 crescimento diamétrico. Contudo, quando se observa a relação proporcional (percentual) entre os IDAm 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 4).

Os gráficos de dispersão dos dados médios e as análises de regressão (função linear) comprovam que o grau de associação no primeiro caso (IDAm com o DAP do centro de classe) é inferior e menos acentuado do que no segundo caso (proporção do IDAm 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

Tabela 1. Parâmetros do crescimento diamétrico das árvores monitoradas por classe diamétrica.**Table 1.** Parameters of the diameter growth of trees monitored by diameter class.

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

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 %.

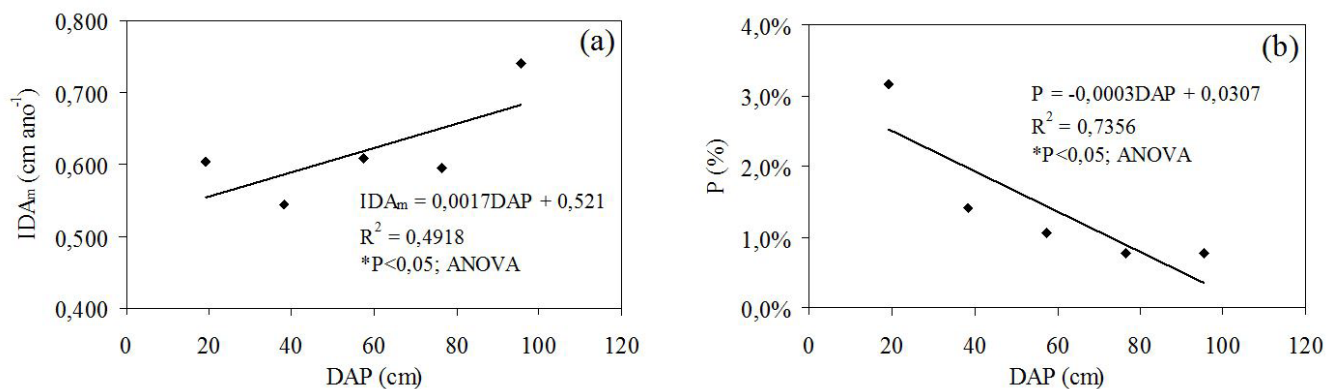


Figura 4. Dispersão dos dados e regressão ajustada entre o incremento diamétrico anual médio (IDA_m) e o DAP (a) e entre a proporção percentual do IDA_m (P%) e o DAP (b), utilizando o DAP do centro das classes diamétricas.

Figure 4. Dispersion of data and regression adjusted between the average annual diameter increment (IDA_m) and DBH (a) and between the percentage proportion of IDA_m (P%) and DBH (b), using the DBH of center of the diameter classes .

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.

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 R², portanto, um baixo grau de associação entre as variáveis. Quando analisadas individualmente (por árvore), as relações do IDA_m com o DAP apresentaram um R² ainda menor (quase nulo) do que quando por espécie. Deste modo, os baixos R² encontrados (ambos por função quadrática) confirmam que o crescimento diamétrico das árvores

de maiores diâmetros não apresenta diferenças expressivas com as de menores diâmetros⁵ (Figura 5).

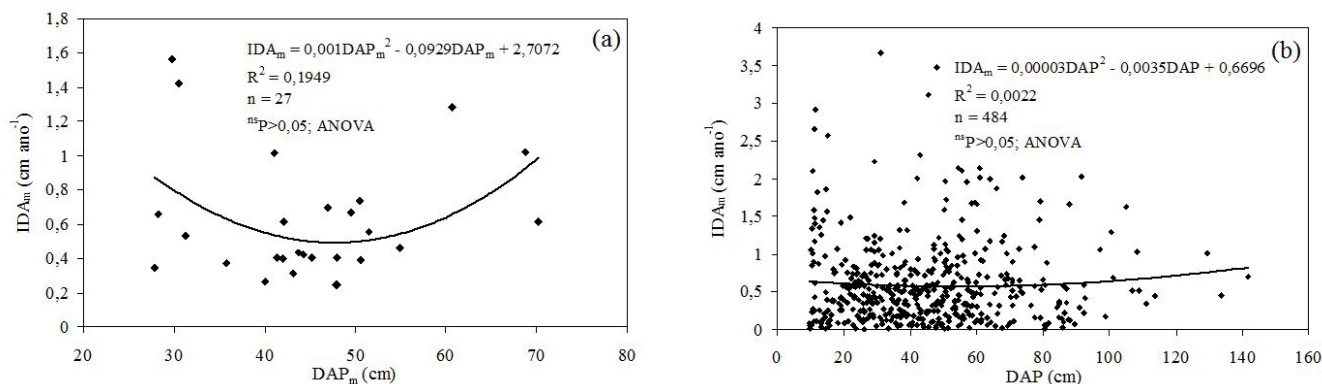
De modo análogo, as relações funcionais entre os dados individuais do IDA_m e do DAP_m de cada espécie, mostraram, em geral, que são fracos os níveis de associação destas variáveis. Por meio de regressão linear simples, a maioria das espécies apresentou um baixo R² (os dados entre parênteses referem-se ao R² 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).

⁵ O crescimento diamétrico aqui referido é o absoluto (em cm ano⁻¹), entretanto, diferente disso, conforme a Figura 4, o crescimento diamétrico proporcional ao diâmetro das árvores (em %) é menor nas de maiores diâmetros do que nas de menores diâmetros.

Tabela 2. Parâmetros dendrométricos e do crescimento diamétrico e volumétrico das espécies monitoradas, escalonadas em ordem decrescente ao crescimento diamétrico.**Table 2.** Parameters dendrometric and of the diametric and volumetric growth of the monitored species, ranking them in descending order to the diameter growth.

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
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	-	-	-	-	-	-	-	-

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 m³; V_{fm} = volume individual final médio com base no DAP_m + IDA_m e H_m, em m³; IVA_m = incremento volumétrico individual anual médio, em m³ 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.

**Figura 5.** 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).**Figure 5.** Dispersion of data and regression adjusted between the average annual diameter increment (IDA_m) and the average DBH (DBH_m) by specie (a) and between the individuals IDA_m and the DBH of all the trees of the study (b).

Quanto à caracterização ambiental das árvores em campo os resultados foram (os dados entre parênteses referem-se ao número de árvores e % em relação ao total de árvores do aspecto avaliado): 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).

Tomando as médias dendrométricas das classes diamétricas em conjunto (509 árvores, DAP inicial de 44,5 cm e altura do fuste de 16,0 m), tem-se que o volume individual inicial médio (V_{0m}) será de 2,175 m³, enquanto que o volume individual final médio (V_{fm}) (um ano após), considerando o IDA_m de 0,542 cm ano⁻¹, alcançará a 2,228 m³, resultando em um incremento volumétrico individual médio (IVA_m) de 0,053 m³ ano⁻¹. Deste modo, ao conjunto das árvores do estudo, é possível determinar (conforme a expressão (5)) que o ciclo de corte ótimo (T) é de 40,8 anos.

Quando calculados por espécie, considerando os dados na Tabela 2 (DAP_m , H_m , IDA_m , V_{0m} , V_{fm} e IVA_m), tem-se que o T

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

Table 3. Linear correlation between environmental characteristics of sample units of the study and the average annual diameter increment (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	**

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.

pode ultrapassar os 90 anos (Figura 6) e a média das espécies atingir a 46,6 anos.

A legislação federal vigente para a Amazônia (Resolução CONAMA n° 406, de 02.02.2009) estabelece, para sistemas de manejo mecanizados, o ciclo de corte mínimo de 25 anos e o máximo de 35 anos, este último cerca de 14% menor do que 40,8 anos (a mais branda das estimativas). Na legislação vigente no estado do Acre (Resolução Conjunta CEMACT/CFE n° 003, de 12.08.2008), consta o ciclo de corte de 25 anos, cerca de 38% menor do que 40,8 anos. Em relação à intensidade de corte, tanto a legislação federal como a acreana estabelecem o máximo de 30 m³ ha⁻¹ por ciclo.

Considerando os ciclos de corte de 25 e 35 anos e a intensidade de corte de 30 m³ ha⁻¹ por ciclo, foi simulado com os dados do estudo, o crescimento individual das árvores para cada classe diamétrica e ao conjunto das classes. A finalidade foi verificar a compatibilidade entre os volumes obtidos ao final dos ciclos de corte fixados na lei com os volumes obtidos com o T calculado, aqui proposto. Os cálculos permitiram visualizar as defasagens quanto à reposição dos volumes iniciais e os ciclos de corte para as classes diamétricas (Tabela 4).

Exceto a primeira classe diamétrica, a única que apresentou saldo positivo, tanto ao ciclo de corte como à reposição volumétrica da floresta (9,4 anos e 18,185 m³ e 19,4 anos e 37,458 m³, respectivamente, para os ciclos de 25 e 35 anos), todas as outras apresentaram defasagens, significando que não haverá ao final de ambos os ciclos (25 e 35 anos) os 30,0 m³ colhidos inicialmente, mas menos do que isso. A simulação demonstrou que quanto maior a classe diamétrica, maiores são as defasagens.

No caso da segunda classe diamétrica (DAP do centro de classe de 38,3 cm), para o ciclo de corte de 35 anos, as defasagens foram praticamente nulas, revelando ser esta classe, junto com a primeira (DAP do centro de classe de 19,1 cm), as únicas em que, do ponto de vista sustentável, as bases de produtividade da legislação poderiam ser aplicadas. Contudo, ressalta-se que ambas as classes estão abaixo do diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50,0 cm, posto tanto na legislação federal como na acreana. Portanto, os dados apresentados sinalizam que a legislação superestima e está incompatível com a capacidade de restabelecimento da floresta frente ao manejo.

Outro aspecto a destacar se refere justamente ao DMC. A relação inversa entre o porte das árvores e a reposição volumétrica da floresta, mostrada na Tabela 4, sugere que o DMC da legislação deve ser reduzido e, mais ainda, limitado às menores classes diamétricas, cabendo às maiores a função principal de matrizes.

As divergências entre as prescrições da legislação e a produtividade da floresta diante do manejo florestal apontadas neste estudo são corroboradas por outros autores. Segundo Braz et al. (2012), uma das grandes lacunas do manejo florestal é a definição de uma taxa de corte compatível com o ciclo de corte e o crescimento das espécies, no entanto, a legislação florestal brasileira trata a questão de modo simplificado ao estabelecer taxas fixas, desconsiderando a estrutura das classes diamétricas, o crescimento e disponibilidade das espécies. Estes autores, estudando o crescimento de 26 espécies comerciais em uma floresta manejada no sul do Amazonas, demonstraram que a taxa de corte sustentável, com ciclo de corte de 25 anos, é de

apenas 37% ($11,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) do volume comercial disponível e concluíram que os planos de manejo, como preconizados, não são sustentáveis. Sist & Ferreira (2007), estudando uma área sob manejo em Paragominas-PA, colhendo em média

6 árvores por hectare ($21 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), com ciclo de corte de 30 anos, considerando os danos da colheita e o crescimento das árvores, avaliados por 18 parcelas de 01 hectare, concluíram que o nível de recuperação do volume comercial, com uma taxa de

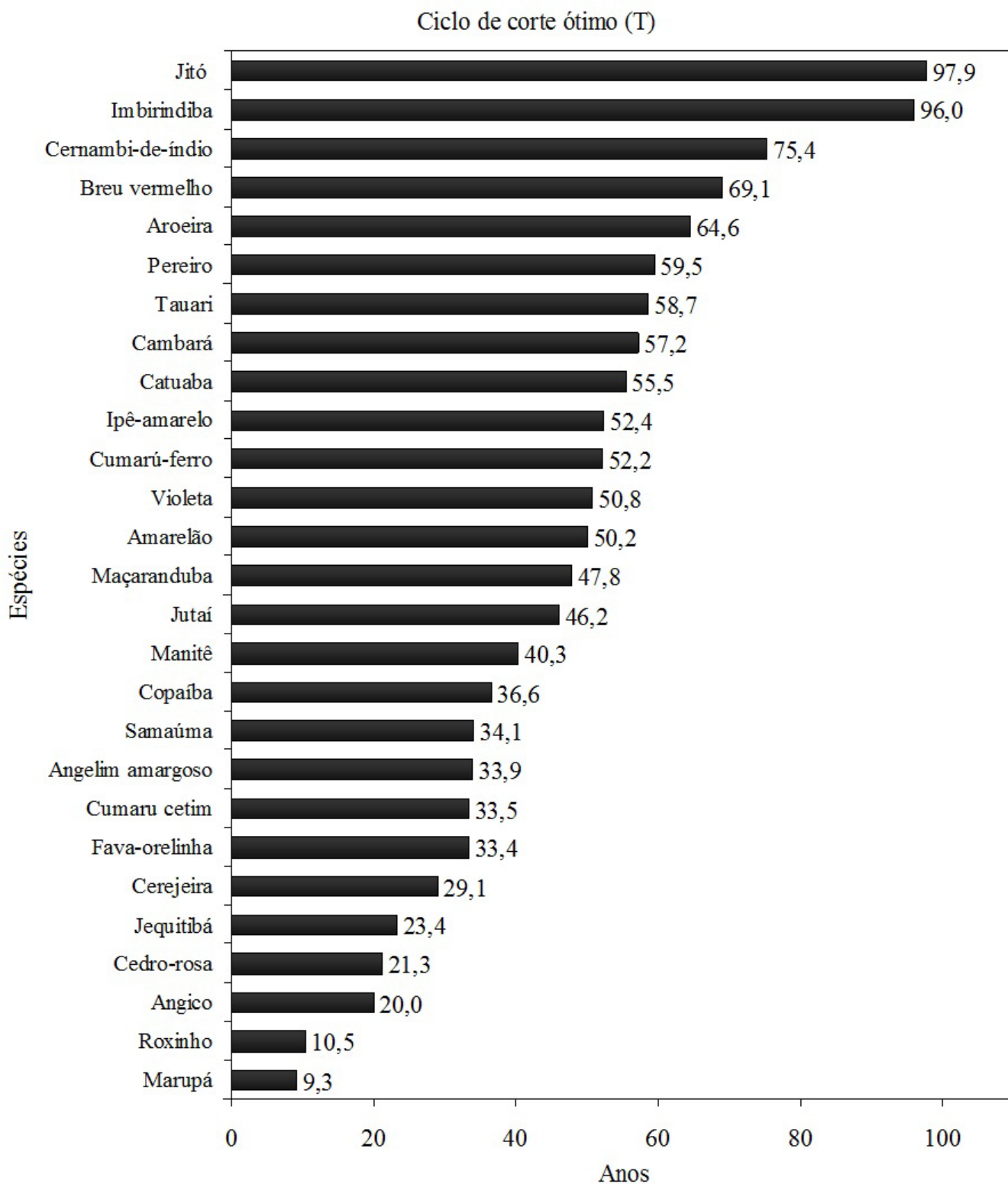


Figura 6. Ciclo de corte ótimo (T) para as espécies do estudo.

Figure 6. Optimal cutting cycle (T) for the species of the study.

Tabela 4. Simulações, por classe diamétrica, do crescimento individual médio das árvores e estimativas das defasagens volumétricas e do ciclo de corte comparativas com a legislação reguladora do manejo florestal no Acre e na Amazônia.

Table 4. Simulations, by diameter class, of the average individual growth of trees and estimates of discrepancies of the volume and cutting cycle in comparative with the regulatory legislation of forest management to Acre and to Amazon.

Variável	Classes diamétricas					Classes em conjunto
	I. $9,5 \leq \text{DAP} \leq 28,7$ cm	II. $28,8 \leq \text{DAP} \leq 47,7$ cm	III. $47,8 \leq \text{DAP} \leq 66,8$ cm	IV. $66,9 \leq \text{DAP} \leq 85,9$ cm	V. $\text{DAP} > 85,9$ cm	
C_{ct}	25/35	25/35	25/35	25/35	25/35	25/35
I_{ct}	30	30	30	30	30	30
DAP_i	19,1	38,3	57,3	76,4	95,5	44,5
H	10,0	16,9	19,1	20,4	18,7	16,0
V_i	0,250	1,702	4,305	8,174	11,707	2,175
IDA_m	0,604	0,543	0,609	0,595	0,740	0,542
DAP_f	19,704	38,843	57,909	76,995	96,24	45,042
V_f	0,267	1,750	4,397	8,302	11,889	2,228
IVA	0,016	0,049	0,092	0,128	0,182	0,053
N_{30}	119,8	17,6	7,0	3,7	2,6	13,8
V_{25}	48,185	21,417	16,027	11,727	11,668	18,381
V_{35}	67,458	29,984	22,438	16,418	16,335	25,733
DV_{25}	18,185	-8,583	-13,973	-18,273	-18,332	-11,619
$\text{DV}\%_{25}$	60,6%	-28,6%	-46,6%	-60,9%	-61,1%	-38,7%
DV_{35}	37,458	-0,016	-7,562	-13,582	-13,665	-4,267
$\text{DV}\%_{35}$	124,9%	-0,1%	-25,2%	-45,3%	-45,5%	-14,2%
T	15,6	35,0	46,8	64,0	64,3	40,8
DC_{ct25}	9,4	-10,0	-21,8	-39,0	-39,3	-15,8
DC_{ct35}	19,4	0,0	-11,8	-29,0	-29,3	-5,8

C_{ct} = ciclos de corte de 25 anos (R.C. CEMACT/CFE nº 003) e de 35 anos (R. CONAMA nº 406), em anos; I_{ct} = intensidade de corte para ambas legislações, em $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ciclo}^{-1}$; DAP_i = diâmetro médio inicial, em cm; H = altura média do fuste da classe diamétrica, em m; V_i = volume individual inicial (calculado com o DAP_i e H), em m^3 ; IDA_m = incremento diamétrico anual médio, em cm ano^{-1} ; DAP_f = diâmetro médio final (contendo o IDA_m), em cm; V_f = volume individual final (calculado com o DAP_f e H), em m^3 ; IVA = incremento volumétrico individual anual (calculado por $V_f - V_i$), em $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$; N_{30} = número de árvores necessárias para totalizar a I_{ct} de 30 m^3 , em árvores; V_{25} e V_{35} = volume de N_{30} ao final dos C_{ct} de 25 e 35 anos (calculado por $\text{IVA} \times N_{30} \times 25$ ou 35), em m^3 ; DV_{25} e DV_{35} = defasagens finais volumétricas em relação ao I_{ct} de 30 m^3 ao final dos C_{ct} de 25 e 35 anos, em m^3 ; $\text{DV}\%_{25}$ e $\text{DV}\%_{35}$ = defasagens finais volumétricas percentuais em relação ao I_{ct} de 30 m^3 ao final dos C_{ct} de 25 e 35 anos, em %; T = tempo de reposição do volume inicial colhido de 30 m^3 ou ciclo de corte ótimo, em anos; DC_{ct25} e DC_{ct35} = defasagens dos C_{ct} de 25 e 35 anos em relação ao T, em anos; DAP_i é referente ao centro da classe diamétrica; os dados de IDA_m são os apresentados na Tabela 1; o cálculo do V_f não considerou o crescimento em altura do fuste.

crescimento diamétrico de $0,500 \text{ cm ano}^{-1}$ e mortalidade de 1%, seria de apenas 50%, ou seja, o sistema de manejo é insustentável à medida que a floresta mostrou capacidade de restabelecer apenas metade do volume colhido após 30 anos. As projeções deste estudo indicaram que somente empregando tratamentos silviculturais eficazes que induzam o crescimento diamétrico das árvores em $0,400\text{-}0,500 \text{ cm ano}^{-1}$, se poderia garantir a colheita sustentável de 3-4 árvores por hectare ($10\text{-}14 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$) sob um ciclo de corte não de 30 anos, mas de 40 anos.

Com efeito, a fim de obter dados abrangentes a todo bioma amazônico, recomenda-se que a presente pesquisa seja ampliada em escala, tanto em número de unidades amostrais, como também a outras espécies e locais da Amazônia. Outra recomendação, em face das diferentes taxas de crescimento encontradas para as espécies, é de que a normatização legal para o manejo florestal não seja genérica a todas as espécies, mas as considere individualmente ou, ao menos, em grupos similares.

4 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.

Tomando o princípio fundamental do manejo florestal de que a reposição volumétrica da floresta deve ser igual ou superior ao volume retirado, as estimativas do ciclo de corte ótimo (T) de 40,8 anos (ao conjunto das árvores) e 46,6 anos (médias das espécies) permitem inferir que o manejo florestal em prática nas áreas estudadas não é sustentável, visto que a legislação reguladora esta estabelece bases conflitantes. A partir disso, conclui-se que o manejo florestal, tal como é praticado, pode estar contribuindo para o processo em curso de empobrecimento e degradação das florestas amazônicas,

o que indica a necessidade premente de rever a legislação quanto aos referenciais de produtividade e tempos de reposição volumétrica de planos de manejo.

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, 355 p.
- 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.
- BRAZ, E.M.; SCHNEIDER, P.R.; MATTOS, P.P.; SELLE, G.L.; THAINES, F.; RIBAS, L.A.; VUADEN, E. Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. *Ciência Florestal*, v. 22, n. 1, p. 137-145, 2012.
- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. *Mensuração Florestal: perguntas e respostas*. Viçosa: Editora UFV, 2009, 542 p.
- CHAMBERS, J.Q.; HIGUCHI, N.; SCHIMMEL, J. Ancient trees in Amazonia. *Nature*, n. 391, p. 135-136, 1998.
- 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, 250 p.
- 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.
- 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, 4 p.
- 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, 326 p.
- 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, 162 p.
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. *Forest Mensuration*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1982, 402 p.
- IMANÃ ENCINAS, J.; SILVA, G.F.; PINTO, J.R.R. *Idade e crescimento das árvores*. Brasília: UnB, Comunicações Técnicas Florestais 7, 2005, 40 p.
- 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, 223 p.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. *Mensura Florestal*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1997, 562 p.
- 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.
- SIST, P.; FERREIRA, F.N. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, n. 243, p. 199-209, 2007.
- SOARES, C.B.S.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. *Dendrometria e inventário florestal*. Viçosa: UFV, 2006, 276 p.
- TOLEDO, G.L.; OVALLE, I.I. *Estatística Básica*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1995, 459 p.
- 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.

Contribuição dos autores: Henrique José Borges de Araujo elaborou o projeto de pesquisa, realizou a síntese e análises dos dados, análises estatísticas, revisão bibliográfica e escrita científica.

Fonte de financiamento: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

Conflito de interesse: O autor declara não haver conflito de interesse.