



Equações volumétricas para *Carapa guianensis* Aubl. e *Swietenia macrophylla* King em sistema silvipastoril na Amazônia

Arlene Maria Vieira FERNANDES^{1*}, João Ricardo Vasconcellos GAMA¹, Rafael RODE¹, Lia de Oliveira MELO¹

¹ Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará, Brasil.

* E-mail: arlene_stm@hotmail.com

Recebido em agosto/2016; Aceito em outubro/2016.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi ajustar modelos matemáticos e selecionar equações para estimativas de volume comercial com casca para as espécies *Carapa guianensis* Aubl. e *Swietenia macrophylla* King. Com base em dados coletados em um plantio silvipastoril na região oeste do Pará. Foram cubadas 100 árvores para cada espécie. O volume comercial foi obtido pelo método de Smalian. Foram ajustados sete modelos matemáticos para a estimativa do volume. Os critérios de escolha da melhor equação foram: coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa, significância dos parâmetros, normalidade dos resíduos e análise gráfica dos resíduos. O teste de Qui-quadrado foi utilizado para validar as melhores equações. O modelo de Schumacher-Hall, na forma logarítmica, resultou nas melhores estimativas de volume comercial com casca para *Carapa guianensis* Aubl., *Swietenia macrophylla* King.

Palavras-chave: volumetria, andiroba, mogno, plantio florestal.

Volumetric equations for *Carapa guianensis* Aubl. and *Swietenia macrophylla* King in silvopasture system in the Amazon

ABSTRACT: The aim of this study was to adjust and select mathematical models for commercial volume for the species *Carapa guianensis* Aubl. and *Swietenia macrophylla* King. The data were collected in a silvopastoral plantation in the western region of Pará. A number of 100 trees were measured for each species by Smalian method. Seven mathematical models were adjusted for commercial volume estimation. The models had their performance assessed by the statistics: coefficient of determination (adjusted R²); the significance of standard error of parameters; normality and graphical analysis of residual. The chi-square test was used to validate the best equations. Schumacher-Hall model resulted in better estimates of commercial volume with bark to *Carapa guianensis* Aubl. and *Swietenia macrophylla* King.

Keywords: volumetry, andiroba, mogno, forest mensuration.

1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia há mais de 20 milhões de hectares alterados e uma demanda crescente de produtos e subprodutos florestais, o que representa uma grande oportunidade para o desenvolvimento da silvicultura na região (FILGUEIRAS et al., 2011). Por outro lado a escolha de espécies nativas para o reflorestamento na Amazônia apresenta inúmeras dificuldades, devido a escassez de informações sobre a autoecologia das espécies (COSTA et al., 2009).

Na busca de alternativas para o uso múltiplo da terra, tendo em vista as consequências ecológicas das práticas inadequadas de utilização dos recursos naturais, diferentes sistemas de produção se fazem necessários. Assim os sistemas silvipastoris destacam-se como opção técnica, ecológica e socioeconômica, pois integram animais, plantas e árvores (BERNARDINO;

GARCIA, 2009). O sistema de plantações mista composto de árvores parece ser o mais adequado, por manterem, embora parcialmente, os processos estruturais e funcionais do ecossistema florestal (MELOTTO et al., 2009).

O conhecimento do volume individual e da produção de um plantio é de extrema importância para seleção da espécie a ser plantada. A cada dia a valorização da madeira, o uso social, ecológico e economicamente correto dos recursos florestais são grandes demanda da sociedade. Esse cuidado reporta ao planejamento, ordenamento e a otimização do uso da madeira com precisão na quantificação do volume dos plantios florestais (SANTOS et al., 2012).

O volume é o principal parâmetro para se estimar o potencial produtivo de um povoamento florestal, porque possibilita a avaliação do estoque de madeira e análise do potencial produtivo das florestas (THOMAS et al., 2006). A necessidade

de quantificar o estoque de matéria prima florestal faz com que se busque métodos eficientes de estimativas de volume para se conhecer a produção e a rentabilidade da floresta (THAINES et al., 2010).

Em plantios florestais, os trabalhos dendrométricos, geralmente são relacionados com espécies de rápido crescimento, em especial com os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. As espécies nativas muitas vezes deixam de ser estudadas por não conseguirem despertar interesses equivalentes, na maioria das vezes pela inexistência de informações ligadas a sua ecologia e silvicultura (TONINI et al., 2005).

A *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae), conhecida popularmente como andiroba, é uma árvore de grande a pequeno porte que pode atingir até 55 m de altura com fuste cilíndrico reto. No Brasil ocorre em toda bacia Amazônica, mas também é encontrada na América Central, Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa, Peru, Paraguai e nas Ilhas do Caribe. É uma espécie de uso múltiplo com grande importância econômica, da qual se extrai a madeira e o óleo. Sua madeira é considerada nobre e é moderadamente pesada, fácil de trabalhar, muito procurada para fabricação de móveis e construção civil. O óleo é extraído das sementes e é utilizado como medicinal e na área de cosméticos (FERRAZ et al., 2003).

O *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae), também conhecido como mogno brasileiro, é uma espécie pioneira ou secundária tardia, que se regenera em clareiras abertas a partir de grandes distúrbios na floresta, e é reconhecido por ser tolerante a níveis moderados de luz. É uma árvore de grande porte que pode chegar a 70 m de altura total, e podendo alcançar 3,5 m de diâmetro de fuste. Tem ocorrência no México, Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e no Brasil, ocorre no Pará, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso, Rondônia, Acre e Amazonas. Sua madeira tem grande importância econômica, fácil de ser trabalhada, durável, possuindo ótimo acabamento, muito apreciada para fabricação de móveis de luxo e artigos de decoração, o que faz dela uma das madeiras mais valiosas da região amazônica (COSTA et al., 2013).

Diversas equações matemáticas foram elaboradas para estimar o volume de árvores individuais, e independentemente da eficiência de alguns modelos, estes nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições de sítio, sendo aconselhável testá-los e, por meio de estatísticas adequadas, identificar o melhor para cada caso (THOMAS et al., 2006).

Este trabalho tem como objetivo selecionar equações de volume comercial com casca para as *Carapa guianensis* Aubl. e (*Swietenia macrophylla* King) a serem aplicadas no manejo de sistema implantados nas mesmas condições e com as mesmas espécies.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Diamantino localizada no município de Santarém-Pará, a margem esquerda da Rodovia PA 370 - Santarém/Curuá-Una, no km 11, pertence a Congregação dos Irmãos de Santa Cruz. Compreende uma área de 240 ha, dos quais aproximadamente 127 ha eram utilizados por pastagens e agricultura. A partir do ano de 2008 deu-se início ao projeto silvipastoril. A área foi dividida em cinco talhões com plantios florestais mistos em cada talhão, implantados durante o período de 2008 a 2012, sendo as principais espécies: *Carapa guianensis* Aubl., *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose e *Swietenia macrophylla* King, com espaçamento de 7 m x 7 m, e covas com comprimento, largura e profundidade de 40 cm e adubação orgânica.

O clima da região é classificado como Am (classificação Köppen), ou seja, quente e úmido, característico de Florestas Tropicais. A temperatura média anual varia de 25°C a 28°C e a umidade relativa média do ar de 86%. A precipitação média anual é de 1920 mm, sendo que a maior intensidade ocorre de dezembro a maio, quando a precipitação mensal varia de 170 mm a 300 mm. O período seco ocorre de junho a novembro, com precipitações inferiores a 60 mm.mês⁻¹ entre os meses de agosto a outubro (FERREIRA, 2011).

Os solos são do tipo Latossolo Amarelo texturas médias, argilosas e muito argilosas em associações com os solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados distróficos textura indiscriminada (IDESP, 2014).

2.2. Coleta de dados

Foram selecionadas e cubadas 200 árvores, sendo 100 de *Carapa guianensis* Aubl. e 100 de *Swietenia macrophylla* King com sete anos de idade de uma área de plantio misto de aproximadamente 24 ha, no período de maio a julho de 2015, dispostas alternadas nas linhas com as outras espécies e distribuídas em intervalos de classes de DAP (diâmetro medido a 1,30 m do solo) – 9,5 cm ≤ DAP < 23,8.

Em cada árvore, foi medido o DAP e a altura comercial (hc), utilizando-se fita diamétrica e vara telescópica, respectivamente. O volume comercial foi obtido pela cubagem rigorosa das árvores em pé com auxílio de escada, até a primeira bifurcação (porção da árvore viável para processamento mecânico). Para o cálculo do volume, foi utilizada a metodologia de Smalian, sendo os diâmetros medidos nas posições 0,1; 0,5; 1,0; 1,30; 2,0 m e a partir deste ponto, a cada um metro até a primeira bifurcação.

2.3. Ajuste e seleção dos modelos volumétricos

Para estimar o volume, foram ajustados sete modelos volumétricos (Tabela 1).

Tabela 1. Modelos de volume ajustados.

Table 1. Adjusted volume models.

Modelo	Autor	Equação
1	Hohenadl-Krenn	$v = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP + \epsilon$
2	Husch	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \epsilon$
3	Brenac	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \frac{1}{DAP} + \epsilon$
4	Spurr	$v = \beta_0 + \beta_1 DAP^2 hc + \epsilon$
5	Stoate	$v = \beta_0 + \beta_1 DAP^2 + \beta_2 DAP^2 hc + \beta_3 hc + \epsilon$
6	Naslund	$v = \beta_0 + \beta_1 DAP^2 + \beta_2 DAP^2 hc + \beta_3 DAP hc^2 + \beta_4 hc^2 + \epsilon$
7	Schumacher-Hall	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln hc + \epsilon$

Em que: v = volume comercial com casca (m³); DAP = diâmetro medido a 1,30 m do solo (cm); hc = altura comercial (m); β_0 , β_1 , β_2 , β_3 e β_4 = coeficientes; e ϵ = erro aleatório.

Como critério de seleção das melhores equações foi utilizado primeiramente a significância dos parâmetros pelo teste t a 5% de probabilidade e então o erro padrão da estimativa em percentual (Syx%), o coeficiente de determinação ajustado (R²aj%), normalidade dos resíduos por meio do teste Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade e análise gráfica dos resíduos percentuais.

Para comparação das equações logarítmicas com as não logarítmicas, o erro padrão da estimativa e o coeficiente de determinação foram recalculados conforme Scolforo (1993). Os testes aplicados e os ajustes dos modelos volumétricos (ajustados pelo método dos mínimos quadrados ordinários - MMQO) foram realizados no Software Excel 2010.

2.4. Validação das equações

Para validação dos modelos, foram utilizadas 20 árvores de *Carapa guianensis* Aubl. e 20 árvores de *Swietenia macrophylla* King, as quais não fizeram parte dos ajustes dos modelos, sendo posteriormente aplicado o Teste Qui-quadrado a 5% de probabilidade para comparar, através do gráfico de comparação, o volume real com o volume estimado pelas equações selecionadas.

3. RESULTADOS

Os valores médios das variáveis mensuradas em campo das árvores-amostra selecionadas para os ajustes dos modelos testados para cada espécie são apresentados na Tabela 2.

Após ajustes dos modelos volumétricos, as equações de simples entrada Hohenadl-Krenn e Brenac e de dupla entrada Stoate e Naslund, tanto para a *Carapa guianensis* Aubl. como para o *Swietenia macrophylla* King não apresentaram parâmetros significativos pelo teste t a 5% de probabilidade. As equações selecionadas, bem como as estatísticas utilizadas para a seleção das equações encontram-se na Tabela 3.

Os modelos que apresentaram significância nos parâmetros foram o modelo 2 (Husch) de simples entrada e os modelos 4 (Spurr) e 7 (Schumacher-Hall) de dupla entrada com a variável altura comercial.

As distribuições gráficas dos resíduos dos modelos de Husch e Schumacher-Hall podem ser observadas na Figura 1. O modelo de Schumacher-Hall, na forma logarítmica, tem sido o mais difundido, em razão de suas propriedades estatísticas, uma vez que resulta quase sempre em estimativas não tendenciosas (CAMPOS; LEITE, 2013).

Tabela 2. Médias das variáveis por espécies aos sete anos de idade, Fazenda Diamantino, Santarém Pará.

Table 2. Averages of variables by species at seven years age, Fazenda Diamantino, Santarém, Pará.

Espécies	Dg (cm)	IMAd (cm)	AD(cm)	Hc (m)	Ht (m)	Vc (m ³)
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	12,7	1,8	9,5 - 18,0	3,2 ±1,1	8,6 ±1,1	0,0413 ±0,0121
<i>Swietenia macrophylla</i> King	19,6	2,8	13,8 - 23,8	3,4 ±0,6	10,1±1,1	0,0959 ±0,0228

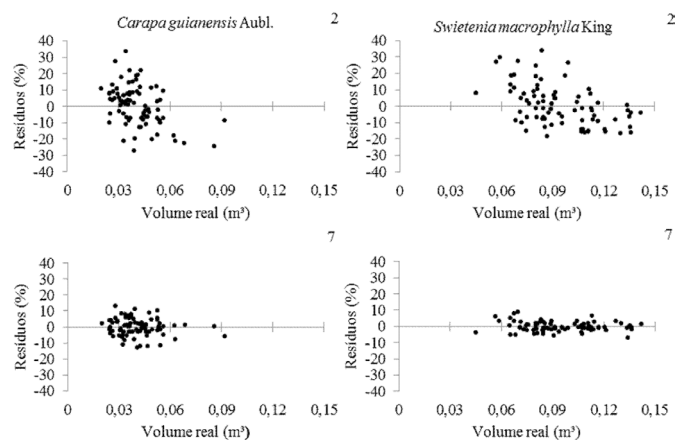
Dg = diâmetro médio quadrático; IMAd = incremento médio anual em diâmetro; AD = amplitude diamétrica; Hc = altura comercial; Ht = altura total e Vc = volume comercial.

Tabela 3. Resultado de ajuste dos três melhores modelos, Fazenda Diamantino, Santarém, Pará.

Table 3. Adjustment result of the three best models, Fazenda Diamantino, Santarém, Pará.

Espécie	Modelo	β ₀	β ₁	β ₂	R ² aj	Syx%
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	2	-8,57394*	2,10862*	-	0,80	14,0
	4	0,00425*	0,00007*	-	0,97	5,7
	7	-8,81566*	1,85348*	0,77541*	0,97	5,7
<i>Swietenia macrophylla</i> King	2	-7,96314*	1,88275*	-	0,74	11,9
	4	0,00678*	0,00007*	-	0,95	5,3
	7	-9,38450*	2,06586*	0,72929*	0,98	2,9

β₀, β₁, β₂ = coeficientes; R²aj = coeficiente de determinação ajustado e Syx% = erro padrão da estimativa em porcentagem, * = significância a 5%.



Em que: 2 = Husch; 7 = Schumacher-Hall.

Figura 1. Distribuição gráfica dos resíduos para *Carapa guianensis* Aubl. e *Swietenia macrophylla* King, Fazenda Diamantino, Santarém, Pará.

Figure 1. Graphical distribution of the residues for *Carapa guianensis* Aubl. and *Swietenia macrophylla* King, Fazenda Diamantino, Santarém, Pará.

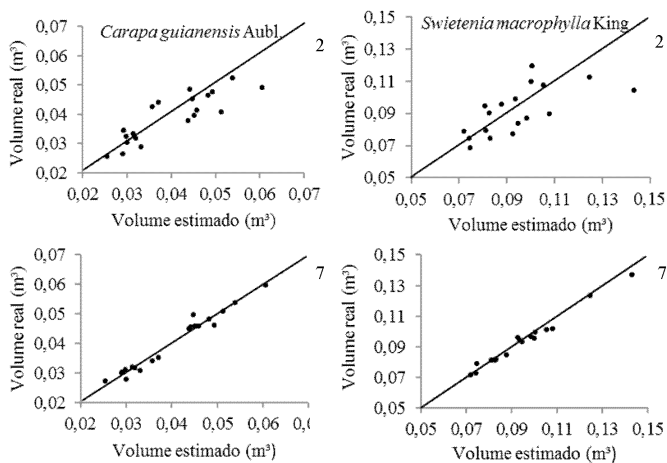
Os resíduos do modelo de Husch para a *Carapa guianensis* Aubl. e *Swietenia macrophylla* King apresentaram maior amplitude que o modelo de Schumacher-Hall, os quais foram inferiores e menos tendenciosos, mostrando maior precisão da equação para ambas espécies.

O teste Qui-quadrado (χ²) aplicado para comparar os volumes observados com os volumes estimados pelas melhores equações, para as espécies analisadas, mostrou não haver diferença significativa (p-valor > 0,99) a 5% de probabilidade, indicando que não houve diferença entre os volumes estimados com os observados.

As estimativas do erro padrão das espécies para a equação de Husch foram de 13,3% e 16,3%, e para Schumacher-Hall de 4,7% e 3,0%, respectivamente para andiroba e mogno. Os gráficos de comparação dos volumes reais e estimados para a equação de Schumacher-Hall e de Husch, demonstram que a equação de Schumacher-Hall foi mais precisa (Figura 2).

4. DISCUSSÃO

Observa-se, que as espécies analisadas apresentaram incremento maior que o obtido em outras experiências com



Sendo 2 = Husch e 7 = Schumacher-Hall.

Figura 2. Comparação dos volumes reais e estimados para o mogno e andiroba, Fazenda Diamantino, Santarém, Pará.

Figure 2. Comparison of real and estimated volumes for mahogany and andiroba, Fazenda Diamantino, Santarém, Pará.

as mesmas espécies, destaque para o *Swietenia macrophylla* King que apresentou as melhores médias, para indivíduos com a mesma idade. Segundo Marenco et al. (2001), o *Swietenia macrophylla* King, na escala de sucessão, é uma espécie intermediária, com baixa densidade em floresta natural, e cresce bem sob alta luminosidade, o que pode explicar seu melhor desenvolvimento nas condições do estudo.

Tonini et al. (2005), em um estudo dendrométrico de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima, observou um incremento médio em diâmetro para a *Carapa guianensis* Aubl. de 1,5 cm com altura média de 9,2 m aos sete anos, sendo inferior ao obtido no presente estudo, de modo a evidenciar melhor desempenho da referida espécie para a área em estudo. Souza et al. (2010), avaliando o comportamento de espécies florestais em plantios aos seis anos ao pleno sol localizado no Campo Experimental da Embrapa na Amazônia Ocidental, no município de Manaus (AM) obtiveram incremento médio em diâmetro semelhante o da área em estudo, sendo 1,9 cm e 1,8 cm para a *Carapa guianensis* Aubl. e *Swietenia macrophylla* King e altura de 7,8 cm e 7,7 cm respectivamente.

A equação de simples entrada selecionada para as espécies analisadas, nas condições do estudo, foi a do modelo 2 (Husch), que apresentaram erro padrão de 14,0% e 11,9% para a *Carapa guianensis* Aubl. e o *Swietenia macrophylla* King, respectivamente, podendo ser considerada de aceitável precisão. Barreto et al. (2014) ajustando modelos para floresta nativa em Anapú, Pará, verificaram que o modelo de Husch, dentre os modelos de simples entrada, foi o que o melhor estimou o volume de madeira. Rolim et al. (2006) testando modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapajós do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás, Pará, também indicou o uso do modelo de Husch por apresentar maior precisão na estimativa de volume de fuste. No estudo de Silva et al. (1984), ajustando equações de volume para a Floresta Nacional do Tapajós, dentre as espécies contavam 183 árvores de *Carapa guianensis* Aubl., o melhor modelo foi o Husch com coeficiente de determinação de 0,80.

As equações resultantes do modelo 7 (Schumacher-Hall) foram as que apresentaram as melhores estimativas de volume, para ambas as espécies. Colpini et al. (2009) em estudo em uma floresta ombrófila aberta, na região noroeste do Mato Grosso

também indicaram a equação de Schumacher-Hall como melhor modelo.

Tonini; Borges (2015) modelando o volume de árvores em Floresta Ombrófila Densa no sul de Roraima observaram superioridade para os modelos de dupla entrada que empregaram a altura comercial como variável independente, sendo Schumacher-Hall o melhor modelo. Para Thaines et al. (2010) ajustando equações de volume de madeira para a região da bacia do rio Ituxí, a equação de Schumacher-Hall, mesmo subestimando levemente o volume, foi mais precisa.

4. CONCLUSÕES

As equações selecionadas de simples entrada foi a equação de Husch e a de dupla entrada de Schumacher-Hall.

O modelo de Schumacher-Hall, na forma logarítmica, proporcionou equações com maior precisão para estimar o volume comercial com casca para as espécies *Carapa guianensis* Aubl. e *Swietenia macrophylla* King de acordo com diâmetro e altura das árvores.

5. AGRADECIMENTOS

À Congregação dos Irmãos de Santa Cruz que autorizaram a realização do estudo na área da Fazenda Diamantino. Ao Engenheiro Florestal Edson Rider dos Santos Souza pelas informações prestadas sobre o plantio. Aos funcionários da Fazenda que gentilmente deram apoio na realização das coletas.

A Adria Paz, Amanda Rocha, Elayne Vidinha, Erick Coelho, Ingrid Sagama, Jobert Rocha, Raphaella Monteiro e Wallace de Jesus graduandos do curso de Engenharia Florestal e ao Marcos Breno Fernandes que ajudaram na coleta dos dados. A Brenda Leticia acadêmica de Engenharia Florestal que auxiliou na análise dos dados.

Ao Laboratório de Sementes Florestais (LSF) e ao Laboratório de Manejo e Ecossistemas Florestais (LAMEF) da Universidade Federal do oeste do Pará por disponibilizarem os materiais necessários para a coleta e análise dos dados.

6. REFERÊNCIAS

- BARRETO, F. B.; LEÃO, F. M.; MENEZES, M. C.; SOUZA, D. V. Equação de volume para o apoio ao manejo comunitário de empreendimento florestal em Anapú, Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.34, n. 80, p.321-329, 2014. <http://dx.doi.org/10.4336/2014.pfb.34.80.721>
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvopastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p.77-87, 2009. <http://dx.doi.org/10.4336/2009.pfb.60.77>
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 605p.
- COPINI, C.; TRAVAGIN, D. P.; SOARES, T. S.; SILVA, V. S. M. Determinação do volume, do fator de forma e da porcentagem de casca de árvores individuais em uma Floresta Ombrófila Aberta na região noroeste do Mato Grosso. **Acta Amazonia**, Manaus, v. 39, p. 97-104, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000100010>
- COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. de. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, p. 842-850, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000400013>

- COSTA, J. R.; MORAIS, R. R.; CAMPOS, L. S. Cultivo e manejo do mogno (*Swietenia macrophylla* King). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 36p. (Documento / Embrapa Amazônia Ocidental; 114).
- FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. **Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.; *Carapa procera* D. C.) Meliaceae**. Manaus: INPA, 2003. 6p. (Manual de Sementes da Amazônia, 1)
- FERREIRA, J. D. **Análise do plano-processo na urbanização de cidades no Baixo Amazonas: o caso de Santarém- Brasil**. 2011. 118 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano). Universidade da Amazônia, Belém, 2011.
- FILGUEIRAS, G. C.; MOTA JUNIOR, K. J. A.; SILVA, R. P. da; BENTES, E. S. Análise e perspectivas para o desenvolvimento da silvicultura no estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 7, n. 13, p.33-59, 2011.
- IDESP. **Estatísticas Municipal de Santarém**. 2014 www.idesp.pa.gov.br/pdf/statisticaMunicipal). Acesso em 14/03/2015.
- MARENCO, R. A.; GONÇALVES, J. F. de C.; VIEIRA, G. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in central Amazonia. **Tree Physiology**, Oxford, v. 21, p. 1311-1318, 2001. <https://doi.org/10.1093/treephys/21.18.1311>
- MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCCHESI, R. A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; Silva, V. P. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p.425-432, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000300004>
- ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z.; JESUS, R. M.; FRANÇA, J. T. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapajós do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, p.107-114, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672006000100013>
- SANTOS, A. T.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; ROSOT, N. C. Equação de volume e relação hipsométrica para plantio de *Ocotea porosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n.69, p.13-21, 2012. <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.69.13>
- SCOLFORO, J. R. **Mensuração florestal; Módulo 3: relações quantitativas, em volume, peso e a relação hipsométrica**. Lavras: ESALQ/FAEPE, 1993. 292p.
- SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; CARVALHO, M. S. P. Equações de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 8/9, p.50-63, 1984.
- SOUZA, C. R. de; AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R. M.; ROSSI, L. M. B. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, p.127-134, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000100016>
- THAINES, F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; THAINES, A. A. R. Equações para estimativa de volume de madeira para a região da bacia do Rio Ituxi, Lábrea, AM. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p.283-289, 2010.
- THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p.319-327, 2006. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981911>
- TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SÁ, S. P. P. Dentrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no Estado de Roraima – Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, Manaus, v.35, p.353-362, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000300008>
- TONINI, H.; BORGES, R. A. Equação de volume para espécies comerciais em Florestas Ombrófila Densa no sul de Roraima. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 82, p.111-117, 2015. <http://dx.doi.org/10.4336/2015.pfb.35.82.738>