



## ESTIMATIVA DO VOLUME EM ÁRVORES DE *Hymenaea coubaril* L. e *Trattinnickia burserifolia* Mart. NO NORTE DE MATO GROSSO

Dirceu Lucio Carneiro de MIRANDA<sup>1,2\*</sup>, Bruno Alonso Veneran PARO<sup>2</sup>, Guilherme Rodrigues COSTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup>GRC Engenharia Florestal e Segurança do Trabalho, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

\*E-mail: [dirceu.miranda@inpa.gov.br](mailto:dirceu.miranda@inpa.gov.br)

Recebido em mês/ano; Aceito em mês/ano; Publicado em mês/ano.

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi ajustar equações volumétricas para as espécies Amazônicas *Hymenaea courbaril* (Jatobá) e *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) e avaliar a precisão das estimativas na comparação com o emprego de um fator de forma geral. Foi realizada a cubagem rigorosa pelo método de Smalian em 70 árvores de cada espécie e coletado os dados de DAP e altura comercial. O critério de seleção para a escolha do melhor modelo volumétrico foi o valor ponderado dos escores estatísticos (VP). Foram separados ao acaso os dados de volume de 20 árvores de cada espécie e aplicado o teste de ANOVA para verificar as diferenças entre os volumes estimados pelas equações e pelo fator de forma. As melhores equações ajustadas foram de Spur ( $R^2_{aj}$  0,90) para *H. courbaril* e Stoate ( $R^2_{aj}$  0,96) para *T. burserifolia*. Os resultados obtidos pela análise de variância apresentaram diferença significativa apenas para a estimativa do volume comercial de *T. burserifolia* utilizando o fator de forma 0,7. Conclui-se que os modelos matemáticos estimam o volume com maior precisão que o fator de forma 0,7, no entanto é necessário ajustá-los para diferentes espécies e condições edafo-climáticas.

**Palavras-chave:** Equações de volume, fator de forma, espécies nativas, Amazônia.

### ESTIMATED VOLUME IN TREES OF *Hymenaea coubaril* AND *Trattinnickia burserifolia* IN NORTHERN MATO GROSSO

**ABSTRACT:** The study objective was to adjust volumetric equations for amazonian species of *Hymenaea courbaril* (Jatobá) and *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) and see if there is a significant difference in estimating merchantable volume of these species from the equations of volume and form factor (0.7) established by decree 1862 of 04/2009. The cubing was performed by the Smalian method in 70 trees of each species and collected data DBH and commercial height. The selection criterion for choosing the best volumetric model was weighted by the value of statistical scores (VP). Volume data from 20 trees of each species was used the ANOVA to determine differences between the estimated volumes by the equations and the form factor 0.7 were separated randomly. The best equations were adjusted by Spur ( $R^2_{aj}$  0.90) for *H. courbaril* and Stoate ( $R^2_{aj}$  0.96) for *T. burserifolia*. The results obtained by the variance analysis showed a significant difference only for the estimated trade volume of *T. burserifolia* using the form factor of 0.7. It is concluded that mathematical models estimate the volume more accurately than the form factor of 0.7, however it is necessary to adjust them for different species and environmental conditions.

**Keywords:** Volumetric equations, Form factor and species native, Amazon.

#### 1. INTRODUÇÃO

As técnicas de manejo de florestas naturais, voltadas para a exploração do recurso madeireiro, tem sido continuamente melhoradas com objetivo de garantir esse recurso para as gerações futuras (THAINES et al., 2010). A redução no impacto de exploração com técnicas de baixo impacto, aliadas àquelas de silvicultura de precisão, já garantem resultados altamente positivos (FIGUEIREDO et al., 2007). No entanto, algumas

técnicas como o ajuste de equações volumétricas são necessárias para o dia a dia das empresas florestais por propiciarem estimativas do volume de madeira de uma floresta. A preocupação com o planejamento e o ordenamento florestal exige maior preocupação na quantificação do volume dos povoamentos florestais. Como essa variável não é facilmente mensurável ou às vezes a cubagem se torna um método inviável, utilizam-se equações matemáticas para estimar o volume da

população florestal de interesse. As equações volumétricas constituem um dos procedimentos mais eficientes na estimativa do volume em árvores em pé. O procedimento de maior uso na estimativa do volume individual é o emprego de equações em que o volume é a variável dependente, associado às variáveis independentes de fácil mensuração na floresta, como diâmetro à altura do peito (DAP) e altura (MACHADO et al., 2002). O ajuste de equações que estimam variáveis de populações florestais é empírico, por isso é necessário ajustá-las, para diferentes espécies, idades, sítios, entre outros.

Muitas equações matemáticas foram propostas e utilizadas para estimar o volume de povoamentos florestais. Apesar da eficiência de algumas equações, estas nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições das populações florestais, sendo recomendável testá-las e, por meio de testes estatísticos, elege-se o modelo de melhor resultado (THOMAS et al., 2006). Para espécies nativas da Amazônia, como é o caso das espécies estudadas, deve-se atentar ainda para as legislações vigentes que tratam sobre o manejo florestal e seus procedimentos, entre eles, para o cálculo do volume das árvores. Entre as leis que regem a utilização dos recursos florestais está o decreto nº 5.975 de 30/11/2006 que regulamenta em seu capítulo II artigo 2º, a exploração de florestas e formações sucessoras dependerá de prévia aprovação do Plano de Manejo Florestal Sustentável-PMFS. No entanto, na instrução normativa 05 de 11/12/2006 do Ministério do Meio Ambiente, a qual dispõe sobre os procedimentos técnicos para a elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de PMFS, a mesma não apresenta uma forma para cálculo do volume das árvores do PMFS. Somente na resolução CONAMA 406 de 02/02/2009 e no decreto 1.862 de 24/03/2009 é que foi apresentada a forma para o cálculo do volume das árvores. No decreto 1.862, na seção III, artigo 20, § 1º fica definido o fator de forma igual a 0,7 para o cálculo do volume das árvores e segundo o § 1º do artigo 21, a partir do segundo plano operacional anual - POA, só será aceito pela SEMA, o cálculo do volume de árvores em pé, mediante equação de volume desenvolvida especificamente para o PMFS.

Dessa forma, o objetivo do estudo foi ajustar equações volumétricas para as espécies Amazônicas *Hymenaea courbaril* (Jatobá) e *Trattinnickia burserifolia* (Amescla) e avaliar a precisão das estimativas na comparação com o emprego de um fator de forma geral conforme estabelecido pelo decreto 1.862 de 04/2009.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Sinopema localizada no município de Tabaporã, Norte do Estado de Mato Grosso nas coordenadas geográficas: latitude 11º 28' 31" sul, longitude 57º 04' 46" oeste no fuso 20/63º W. Gr, a cerca de 660 km da capital Cuiabá – MT. A área total da fazenda possui aproximadamente 51 mil ha, sendo toda coberta por floresta nativa. Segundo o sistema de classificação de Köppen o clima da região é (Aw), tropical, quente e úmido, com chuvas do tipo moçônicas, com temperatura média anual de 24,1 a 25 °C e precipitação média anual de 2000 a 2100 mm/ano, sendo o período chuvoso nos meses de dezembro a março e período seco de maio a setembro. Área caracteriza-se

como depressão, sendo o relevo plano com ocorrência de ondulações esparsas, com declividade em direção aos mananciais. Altitude média de 300 a 400 m. Há predomínio do Latossolo Vermelho escuro distrófico que são solos bem drenados, muito permeáveis e porosos, solos ácidos (pH<7), textura muito argilosa, tendo uma percentagem de argila em torno de 65% e boa fertilidade natural, e partes de Latossolo Vermelho-amarelo distrófico, que são solos não hidromórficos, bem drenados, muito porosos, com avançado grau de intemperismo e processo de lixiviação com textura argilo-arenosa e fertilidade natural baixa.

As árvores mensuradas para este estudo foram selecionadas aleatoriamente através do croqui do Plano de Operação Anual (POA) de 2012, da empresa Sinopema. Foram selecionadas aleatoriamente 70 árvores de cada espécie, obtendo-se um total de 140 árvores com amplitude diamétrica entre 50 e 135 cm de DAP. Foram mensurados os DAPs em centímetros e a altura comercial até o ponto de inversão morfológica do fuste em metros. Para determinação do volume de cada árvore foi realizada a cubagem rigorosa em seções de 2 metros pelo método de Smalian descrito em Machado; Figueiredo Filho (2006). Foram ajustadas 30 equações para estimativa do volume, sendo 10 para *H. courbaril* e para *T. burserifolia* e 10 para as duas espécies associadas (Tabela 1).

Tabela 1. Modelos volumétricos testados.

Eq.	Equações Volumétricas	Autores
1	$LnV = \beta_0 + \beta_1 \times Ln(d) + \beta_2 \times \left(\frac{1}{d}\right)$	Brenac
2	$V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 \times d^2$	Hohenadl e Krenn
3	$LnV = \beta_0 + \beta_1 \times Ln(d)$	Husch
4	$V = \beta_0 + \beta_1 \times d^2$	Kopecky-Gehrhardt
5	$V = \beta_0 + \beta_1 \times d + \beta_2 \times d^2 + \beta_3 \times (d \times h) + \beta_4 \times (d^2 \times h) + \beta_5 \times h$	Meyer
6	$V = \beta_0 + \beta_1 \times d^2 + \beta_2 \times (d^2 \times h) + \beta_3 \times (d \times h^2) + \beta_4 \times h^2$	Naslund
7	$LnV = \beta_0 + \beta_1 \times Ln(d^2 \times h)$	Spurr (logarítmica)
8	$LnV = \beta_0 + \beta_1 \times Ln(d) + \beta_2 \times Ln(h)$	Schumacher e Hall
9	$V = \beta_0 + \beta_1 \times (d^2 \times h)$	Spurr
10	$V = \beta_0 + \beta_1 \times d^2 + \beta_2 \times (d^2 \times h) + \beta_3 \times h$	Stoate

Em que: V= volume (m³); d= diâmetro a 1,3 m de altura (cm); h= altura comercial (m) e Ln= logaritmo neperiano e;  $\beta_i$  = coeficientes determinados por regressão.

O critério de seleção para do melhor modelo volumétrico foi o valor ponderado dos escores dos parâmetros estatísticos (VP) para: coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), erro padrão da estimativa (Syx) e valor de F. O Valor Ponderado foi determinado atribuindo-se valores ou pesos aos parâmetros estatísticos. As estatísticas foram ordenadas de acordo com a sua eficiência, sendo atribuído peso 1 para a equação mais eficiente, 2 para a segunda e assim sucessivamente (ranking), conforme metodologia descrita por Thiersch (1997).

Após essa classificação individual, efetuou-se o somatório da pontuação para cada modelo volumétrico, sendo que a equação de volume que recebeu a menor soma foi recomendada como mais adequada para uso. Adicionalmente, para cada modelo ajustado foi realizada

a análise gráfica dos resíduos visando verificar a existência de possíveis tendências na curva de ajuste. Nos modelos em que a variável dependente sofreu transformação logarítmica nas suas unidades originais, o coeficiente de determinação foi recalculado a fim de permitir a comparação com os coeficientes obtidos nos demais modelos. Para tanto foi realizada a correção da discrepância logarítmica multiplicando o peso estimado de cada árvore pelo Fator de Correção de Meyer (Equação 11). Foram separados ao acaso os dados de volume de 20 árvores de cada espécie para aplicar o teste de Anova e verificar se existem diferenças entre os volumes estimados pelas equações e pelo fator de forma 0,7. Os dados foram divididos em dois grupos distintos, sendo o primeiro grupo o volume comercial de *H. courbaril*, e o segundo grupo o volume comercial de *T. burserifolia*.

$$FC = e^{0,5Syx} \quad (\text{Equação 11})$$

Em que:  $e = 2,718281828$ ;  $Syx$  = erro padrão da estimativa.

Foram analisados três tratamentos na Anova (Tabela 2) utilizando-se como variável resposta os resíduos em porcentagem entre o volume real e as estimativas de volume obtidas pelas equações escolhidas ou pelo fator de forma 0,7. Desta maneira testou-se apenas a diferença entre as estimativas, evitando a influência do volume real dos indivíduos sobre o teste estatístico. Para analisar se houve diferença significativa entre os tratamentos foi aplicado o teste F, considerando uma probabilidade de 95% de confiança e nos casos que houve diferença significativa entre os tratamentos foi aplicado o teste de Tukey a 95% de probabilidade para comparação das médias.

Tabela 2. Conjunto de dados comparados na estatística.

<b>Volume Comercial com Casca de <i>T. burserifolia</i></b>		
Trat. 1 Resíduo (%) do volume estimado pela equação escolhida pelo VP para <i>T. burserifolia</i>	Trat. 2 Resíduo (%) do volume estimado pela equação escolhida pelo VP para as duas espécies associadas	Trat. 3 Resíduo (%) do volume estimado pelo FF legislação (0,7)
<b>Volume Comercial com Casca de <i>H. courbaril</i></b>		
Trat. 1 Resíduo (%) do volume estimado pela equação escolhida pelo VP para <i>H. courbaril</i>	Trat. 2 Resíduo (%) do volume estimado pela equação escolhida pelo VP para as duas espécies associadas	Trat. 3 Resíduo (%) do volume estimado pelo FF legislação (0,7)

20 Repetições para cada tratamento

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3, 4 e 5 encontram-se os coeficientes da regressão, os parâmetros estatísticos e o valor ponderado (VP) das equações ajustadas, para estimar o volume comercial com casca de cada espécie e das duas espécies associadas. Na Tabela 3 observa-se os coeficientes de determinação ajustados ( $R^2_{aj}$ ) com valores entre 0,92 e 0,96 e erro padrão da estimativa relativo ( $Syx$ ) entre 11,96% e 18,02%. A equação de Stoate foi a que obteve melhor precisão de ajuste para estimar o volume comercial com casca para *T. burserifolia* apresentando o menor valor ponderado dos escores, resultado semelhante

obtido por Schneider; Tonini (2003) onde os parâmetros estatísticos utilizados indicaram o modelo de Stoate como o de melhor precisão para estimar o volume total com casca para *Acacia mearnsii*, apresentando  $R^2_{aj}$  de 0,966 e  $Syx$  de 8,99%. Em um povoamento de *Eucalyptus grandis*, Miguel et al. (2010) encontraram valores de  $R^2_{aj}$  de 0,9169 a 0,9890 e  $Syx$  de 10,51 e 23,21% com praticamente os mesmos modelos testados no presente estudo. Levando em consideração que as espécies do presente estudo são nativas e não passaram por processo de domesticação, os resultados foram semelhantes, demonstrando que os modelos testados obtiveram boas estimativas do volume comercial dessas espécies.

Os resultados apresentados na Tabela 4 revelam que *H. courbaril* apresentou  $R^2_{aj}$  entre 0,8215 e 0,8987 e  $Syx$  entre 11,17 e 14,83%. A equação de Spurr logarítmica foi a que obteve melhor precisão para estimar o volume comercial com casca dessa espécie apresentando o menor valor ponderado dos escores. No Estado de Roraima, em plantios homogêneos de jatobá, Tonini et al. (2005) encontraram os melhores resultados para a equação de Stoate apresentando  $R^2_{aj}$  de 0,95 e  $Syx$  de 11,7%.

Schneider; Hosokawa (1978) determinaram equações gerais para volume total com casca e volume comercial sem casca para *Acacia mearnsii* para o Rio Grande do Sul, recomendando a equação logarítmica de Spurr como a mais indicada para a finalidade. Thaines et al. (2010) determinou equações de volume para 15 espécies nativas da região da bacia do Rio Ituxi, Lábrea, Amazonas, em uma área de 6 mil hectares, inserida no Projeto de Manejo Florestal Seringal Iracema II. Foram cubadas 141 árvores pelo Smalian e utilizaram-se sete modelos matemáticos, os modelos de dupla entrada tiveram resultados superiores, os modelos que melhor se ajustaram foram de Schumacher e Hall apresentando  $R^2_{aj}$  de 0,92 e  $Syx$  de 7,76% e Spurr (logarítmica) que apresentou  $R^2_{aj}$  de 0,91 e  $Syx$  de 8,40%. Verificou-se que o  $R^2_{aj}$  das equações de *H. courbaril* foram inferiores do que para *T. burserifolia*, podendo ser explicado em parte pelo fato de *H. courbaril* possuir uma correlação menor da variável dependente com as variáveis independentes. Na Tabela 5 pode-se constatar que os parâmetros estatísticos para as duas espécies associadas ficam intermediários entre os parâmetros estatísticos de cada espécie, pois apresentam um  $R^2_{aj}$  de 0,8818 a 0,9459 e  $Syx$  entre 11,70 e 17,96.

Apesar das análises dos parâmetros de qualidade e precisão dos ajustes fornecerem importantes requisitos para a escolha do melhor modelo, estas de forma isolada não garantem uma conclusão satisfatória sobre o desempenho dos modelos. Desta forma para uma melhor avaliação da qualidade dos ajustes, a análise gráfica dos resíduos se fez necessária. Através da distribuição gráfica dos resíduos da Figura 1 é possível assegurar que em nenhum dos casos ocorreu algum tipo de tendenciosidade, desta forma pode-se afirmar que os modelos matemáticos ajustados para as espécies foram satisfatórios.

O resultado do teste de análise de variância revelou que para a espécie *H. courbaril* não houve diferença estatística significativa ( $p=0,2106$ ) entre os tratamentos. Neste caso, para uma estimativa do volume comercial com casca dessa espécie pode ser utilizado tanto as duas equações aqui ajustadas quanto o fator de forma igual a 0,7 apresentado no decreto 1.862 de 04/2009.

Tabela 3. Ajuste dos modelos e parâmetros estatísticos para *T. burserifolia*.

Eq.	----- Coeficientes -----						----- Parâmetros estatísticos -----				VP
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	R <sup>2</sup> aj	Syx(m <sup>3</sup> )	Syx(%)	F cal.	
1	-1,9108	1,06253	-77,183				0,9275	0,8434	16,90	234,5	34
2	-2,0217	0,05168	0,00059				0,9288	0,8354	16,74	320,7	29
3	-7,5171	2,11452					0,9175	0,8992	18,02	458,6	35
4	0,02285	0,0009					0,9272	0,8449	16,93	625,1	31
5	2,50663	-0,0861	0,00109	0,00877	2,7E-05	-0,272	0,9632	0,6007	12,03	257,5	15
6	-0,1734	0,00058	1,6E-05	9,6E-05	0,00259		0,9631	0,6013	12,05	321,0	16
7	-8,6079	0,91378					0,9439	0,7419	14,86	948,6	19
8	-8,5876	2,00299	0,61119				0,9631	0,6018	12,06	782,3	15
9	0,33493	6,4E-05					0,9456	0,7306	14,64	852,2	17
<b>10</b>	<b>-0,5901</b>	<b>0,00051</b>	<b>2,9E-05</b>	<b>0,05255</b>			<b>0,9636</b>	<b>0,5970</b>	<b>11,96</b>	<b>434,0</b>	<b>9</b>

Tabela 4. Ajuste dos modelos e parâmetros estatísticos para *T. courbaril*.

Eq.	----- Coeficientes -----						----- Parâmetros estatísticos -----				VP
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	R <sup>2</sup> aj	Syx(m <sup>3</sup> )	Syx(%)	F cal.	
1	-10,784	2,72764	56,772				0,8215	0,7571	14,83	124,8	37
2	3,32099	-0,0926	0,00167				0,8218	0,7566	14,82	114,0	35
3	-6,3651	1,88101					0,8227	0,7547	14,78	253,6	28
4	0,17706	0,00101					0,8238	0,7522	14,73	230,2	26
5	-22,686	0,63229	-0,0041	-0,0382	0,00030	1,398	0,8923	0,5882	11,52	82,2	28
6	-0,4041	-1,6E-4	9,9E-05	0,00029	0,01259		0,8957	0,5787	11,34	106,2	24
<b>7</b>	<b>-8,3873</b>	<b>0,88165</b>					<b>0,8987</b>	<b>0,5703</b>	<b>11,17</b>	<b>532,4</b>	<b>4</b>
8	-8,3541	1,77093	0,85878				0,8971	0,5750	11,26	260,9	12
9	0,56851	5,2E-05					0,8986	0,5706	11,18	435,3	8
10	-0,4281	0,00028	3,7E-05	0,05175			0,8958	0,5785	11,33	141,4	18

Tabela 5. Ajuste dos modelos e parâmetros estatísticos para *T. burserifolia* e *H. courbaril*.

Eq.	----- Coeficientes -----						----- Parâmetros estatísticos -----				VP
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	R <sup>2</sup> aj	Syx(m <sup>3</sup> )	Syx(%)	F cal.	
1	-0,2664	0,74217	-91,574				0,8847	0,8621	17,08	300,9	34
2	-2,5901	0,07548	0,00044				0,8878	0,8503	16,84	392,8	29
3	-7,0531	2,02453					0,8725	0,9064	17,96	582,2	35
4	0,34282	0,0009					0,8818	0,8730	17,29	739,4	31
5	-3,1771	0,06736	0,00013	-0,0044	5,3E-05	0,219	0,9449	0,5961	11,81	340,4	18
6	-0,3038	0,00053	2,8E-05	-1,9E-5	0,00267		0,9452	0,5945	11,78	427,7	13
7	-8,1551	0,86678					0,8937	0,8277	16,40	1169	19
8	-8,3045	1,94876	0,5841				0,9448	0,5963	11,81	957,0	14
9	0,36593	5,9E-05					0,9047	0,7836	15,52	941,4	18
<b>10</b>	<b>-0,7645</b>	<b>0,00058</b>	<b>2,3E-05</b>	<b>0,06167</b>			<b>0,9459</b>	<b>0,5904</b>	<b>11,70</b>	<b>578,2</b>	<b>9</b>

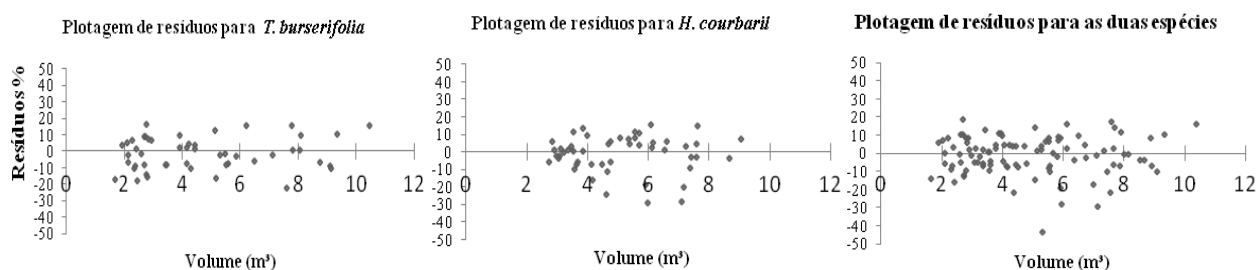


Figura 1. Distribuição gráfica dos resíduos das melhores equações ajustadas em *T. burserifolia*, *H. courbaril* e para as duas espécies.

Para a espécie *T. burserifolia*, os resultados apontam uma diferença estatística significativa ( $p=0,0036$ ) entre os tratamentos. O teste de Tukey apresentou diferença entre a média do tratamento 1 (-0,1559%) e o tratamento 3 (-31,72%). O tratamento 2 (22,96%) não apresentou diferença com relação aos demais. Portanto o volume estimado pelo fator de forma igual a 0,7 está subestimando o volume real em 32,7%. Levando em consideração essa diferença, pode-se afirmar que *T. burserifolia* apresenta uma forma mais cilíndrica para seu fuste que *H. courbaril*. Portanto, para o cálculo do volume dessa espécie deve-se utilizar um fator de forma maior que 0,7.

Em ambas as espécies estudadas o fator de forma igual a 0,7 apresentado no decreto 1.862 04/2009 implica em resultados menores que os volumes reais, embora não tenha sido detectadas diferenças significativas para a espécie *H. courbaril*. Estudos de volumetria na Flona do Tapirapé apontaram que o fator de forma igual a 0,7 subestima a volumetria daquela floresta (ROLIM et al., 2006). Apesar de não haver diferença significativa para *H. courbaril*, existe diferença numérica entre os tratamentos e nos casos onde se exige uma maior precisão essas diferenças devem ser levadas em consideração.

#### 4. CONCLUSÕES

Em geral as equações de dupla entrada apresentaram melhores ajustes que as equações de simples entrada. As três equações selecionadas podem estimar o volume comercial com casca das espécies estudadas com erros menores que 12% na região de estudo.

Ficou provado que a utilização de uma equação específica aumenta sensivelmente a precisão das estimativas volumétricas para as espécies estudadas, portanto a utilização do fator de forma igual 0,7 apresentado no decreto 1862 de 04/2009 somente deverá ser utilizado na falta de uma equação específica.

#### 5. AGRADECIMENTOS

SINOPEMA S/A - Indústria e Comércio de Madeiras.

#### 6. REFERÊNCIAS

FIGUEIREDO, E. O. et al. **Manejo de precisão em florestas tropicais: modelo digital de exploração florestal**. Rio Branco: Embrapa, 2007. 183p.

MACHADO, S. A. et al. Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. **Ciências Exatas e Naturais**, Curitiba, v.4, n.2, p.185-196, jul./dez. 2002.

MACHADO, A. M.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Guarapuava: UNICENTRO, 2006. 316p.

MIGUEL, E. P. et al. Ajuste de modelo volumétrico e desenvolvimento de fator de forma para plantios de *eucalyptusgrandis* localizados no município de rio verde – GO. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n.11, p.1-13, jul./dez. 2010.

ROLIM, S. G. et al. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). **Acta Amazonica**, Manaus, v.36, n.1, p.107-114, jan./mar. 2006.

SCHNEIDER, P.R.; HOSOKAWA, R. Estudo de equações volumétricas para tabela de volume com e sem casca de acácia-negra (*Acaciamearnsii* de Wild.) In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus, Amazonas, **Anais...** Manaus: IBDF, 1978. p.90-95.

SCHNEIDER, R. P; TONINI, H. Utilização de variáveis dummy em equações de volume para *acácia mearnsii* de Wild. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.121-129, abr./jun. 2003.

THOMAS, C. et al. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p.319-327, jul./set. 2006.

THIERSCH, A. **A eficiência das distribuições diamétricas para prognose da produção de *Eucalyptus camaldulensis***. Lavras, 1997. 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

TONINI, H. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima - Andiroba (*Carapaguianensis*Aubl.), Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*Bonpl.), Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz exGriseb) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, Manaus, v.35, n.3, p.353-362, jul./set. 2005.

THAINES, F. et al. 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, dez. 2010.