



## Porcentagem de cerne, albarno e casca de cinco espécies madeireiras da Amazônia

Dirceu Lucio Carneiro de MIRANDA<sup>1\*</sup>, Viviane Miyamura LOCH<sup>1</sup>, Fernando da SILVA<sup>1</sup>,  
Gerson dos Santos LISBOA<sup>1</sup>, Geise de Goes CANALEZ<sup>3</sup>, Tiago Monteiro CONDÉ<sup>4</sup>,  
Patrícia Aparecida Rigatto CASTELO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Sul da Bahia, Campus Jorge Amado, Itabuna, Bahia, Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil.  
E-mail: mirandaufpr@yahoo.com.br

Recebido em abril/2017; Aceito em julho/2017.

**RESUMO:** Uma das questões mais antigas e deficitárias de estudos técnicos no setor florestal diz respeito ao coeficiente de rendimento volumétrico (CRV) de espécies florestais tropicais, no processo de desdobro da madeira em tora. Este coeficiente é influenciado pela proporção de cerne, albarno e casca presentes na madeira. O objetivo deste estudo foi determinar a porcentagem destas variáveis para cinco espécies madeireiras e analisar a variação percentual ao longo do fuste. Foram selecionadas aleatoriamente um mínimo de 30 indivíduos por espécie, dos quais foram mensurados o comprimento, diâmetro com casca, diâmetro do cerne e espessura de casca. Não houve diferença significativa para a porcentagem de albarno entre as espécies. As espécies *A. leiocarpa*, *D. odorata* e *M. itauba* apresentaram as menores porcentagens de albarno. Apenas *Peltogyne lecointei* e *H. courbaril* apresentaram variação significativa aos diferentes comprimentos da tora. *D. odorata*, *A. leiocarpa* e *M. itauba* apresentaram porcentagem de cerne superior às demais e somente *H. courbaril* apresentou diferença significativa no percentual de casca. Os resultados apresentados podem subsidiar adaptações nos critérios técnicos e normas relacionadas ao CRV destas espécies no estado do Mato Grosso, permitindo uma relação comercial mais justa entre os *stakeholders* do mercado madeireiro.

**Palavra-chave:** manejo florestal, rendimento volumétrico, variáveis dendrométricas.

### Heartwood percentage, sapwood and bark five timber species of the amazon

**ABSTRACT:** One of the oldest issues and loss of technical studies in the forestry sector in Brazil relates to the volumetric efficiency coefficient (VEC) of tropical forest species, the wood sawing process in logs. This coefficient is influenced by the proportion of heartwood, sapwood and bark present in the wood. The aim of this study was to determine the percentage of these variables for five timber species and analyze the percentage change along the stem. They were randomly selected  $n \geq 30$  individuals per species felled and sectioned, which were measured the length, diameter in shell diameter core and shell thickness. There was no significant difference in the percentage of sapwood between species. The species *A. leiocarpa*, *D. odorata* and *M. Itauba* had the lowest percentages of sapwood. Only *Peltogyne lecointei* and *H. courbaril* showed significant variation to the different lengths of the log. *D. odorata*, *A. leiocarpa* and *M. Itauba* showed higher percentage of heart to the other and only *H. courbaril* significant difference in the percentage of bark. The results can subsidize adaptations to technical criteria and standards related to the VEC these species in the state of Mato Grosso, allowing a fairer trade relationship between the stakeholders in the timber market.

**Keywords:** forest management, coefficient of volumetric efficiency, dendrometric variables.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das questões mais antigas e ainda deficitárias de estudos técnicos no setor florestal do Brasil diz respeito ao coeficiente de rendimento volumétrico (CRV) no processo de desdobro da madeira em toras (SUDAM, 1981; GERWING et al. 2001; Oliveira et al. 2003; MARCHERSAN, 2012; PIOVESAN et al. 2013). No estado de Mato Grosso, esse coeficiente, entre outros fatores, é influenciado pela proporção de cerne, albarno e casca presentes na madeira, pois muitas vezes as toras são comercializadas levando em consideração a região do cerne. O cerne e o albarno são formados pelos mesmos tipos de células, no entanto as do

cerne já perderam a função de condução de seiva e água, e nelas são depositados extrativos que conferem a esta região uma coloração mais escura (Figura 1), maior massa específica e durabilidade natural, características estas que agregam maior valor a esta parte da madeira em relação ao albarno (NOGUEIRA; BALLARIN, 2008). A casca (ritidoma) é formada de tecido morto, cuja função é proteger os tecidos vivos da árvore contra o ataque de microorganismos, insetos, injúrias mecânicas e variações climáticas (COLPINI et al., 2009). Apenas poucas espécies possuem aproveitamento comercial da casca, com utilização

para fins ornamentais, e extrativos nos curtumes ou na indústria de corantes.

As porcentagens de cerne e albarno na madeira apresentam variação inter e intraespecífica, e ao longo do fuste das árvores de acordo com a idade e a espécie (GONÇALVES et al., 2010). De maneira geral, quanto mais velha a árvore maior a quantidade de cerne. Esta complexa relação, influencia diretamente no planejamento econômico de um projeto florestal, pois durante a comercialização de algumas espécies, o sistema de Documento de Origem Florestal (DOF) atribui um fator de conversão da madeira em tora para madeira serrada, denominado coeficiente de rendimento volumétrico (CRV).

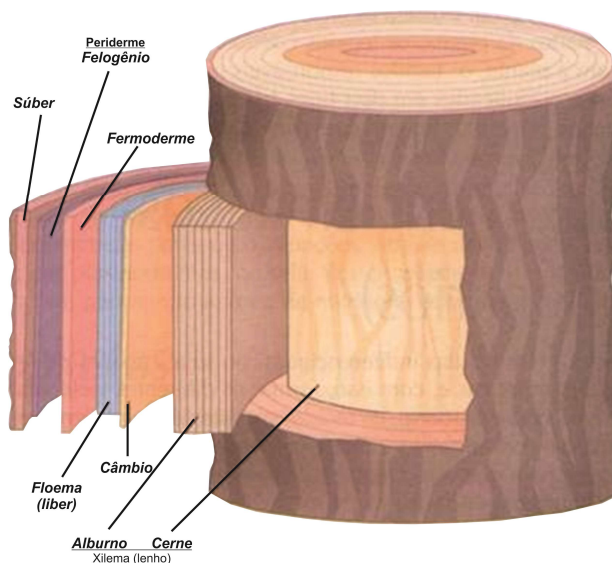


Figura 1. Ilustração da estrutura e composição da madeira (adaptado por Canalez, G.G., 2016).

Figure 1. Illustration of the structure and composition of wood (adapted by Canalez, G.G., 2016).

Segundo a Resolução nº 411 de 2009 do Conama (BRASIL, 2009), o fator utilizado para CRV em madeiras tropicais no Brasil é de 50%, ou seja, uma tora extraída da floresta resulta em apenas metade de madeira serrada, o restante vira resíduo madeireiro de diferentes tamanhos que na maioria das vezes resultam em problemas ambientais às serrarias quando associados a queima deste material e consequente degradação ambiental (MMA, 2009; DIAS et al., 2015). Além do mais, os CRV de algumas espécies florestais são muito superiores aos preconizados pela legislação (50%), sendo relatadas porcentagens superiores a 70% de rendimento, demonstrando a real necessidade de estudos técnico-científicos para subsidiar adaptações nos critérios técnicos e normas relacionadas a determinadas espécies florestais, principalmente na Amazônia onde a extração madeireira é mais intensa.

No processo de comercialização, ocorrem duas situações, primeiro a compra é feita com base no volume de cerne, e a segunda com base no volume total e o volume de albarno. No entanto, vários são os métodos utilizados na determinação destes volumes, dependendo da espécie objeto da negociação, por vezes o produtor é penalizado, e por vezes o comprador é penalizado devido a variação percentual de cerne e albarno nas espécies. Essa situação além de ser inconveniente no processo de negociação dá margem para

fraudes e irregularidades. Os órgãos ambientais legais realizam suas fiscalizações do levantamento de pátio de estocagem de produtos florestais utilizando o método geométrico com a fórmula de Smalian com tolerância de até 10% de variação no volume (BRASIL, 2006), porém este fato também contribui para diferenças entre o volume estimado no DOF e o volume realmente extraído e serrado. Com base nessa realidade, é imperativo que sejam realizados trabalhos científicos com o intuito determinar percentuais de cerne e albarno presentes em espécies madeireiras visando subsidiar adaptações ou ajustes nos critérios técnicos e normas relacionadas ao CRV de espécies madeireiras no estado de Mato Grosso.

O estado do Mato Grosso possui dois milhões de hectares licenciados para manejo florestal, com produção média de 27 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (OLIVEIRA, 2011). Dados do setor florestal relatam que o estado ocupa o segundo lugar em número de empresas florestais, com 592, entre os estados amazônicos, e um consumo de 4.004 milhões de m<sup>3</sup> de madeira em toras, com produção de 1.795 milhões de m<sup>3</sup> de madeira processada, e geração de 56.932 empregos diretos e indiretos (SFB e IMAZON, 2010). A receita do setor em 2010 foi de R\$ 1.598 bilhões de reais (SFB e IMAZON, 2010). Tendo em vista o enorme potencial madeireiro do estado e a sua representatividade no Setor, é imprescindível a geração de informações que subsidiem a tomada de decisão quanto ao uso racional deste valioso recurso natural.

Mesmo impactando de maneira clara e direta as decisões sobre rendimento volumétrico no desdobro, inexistem trabalhos científicos publicados para o estado do Mato Grosso, abordando os percentuais de cerne albarno e casca, e suas variações ao longo do fuste das poucas espécies comercializadas pelo setor madeireiro do Estado. O objetivo deste trabalho foi determinar a porcentagem de cerne, albarno e casca para cinco espécies madeireiras visando subsidiar adaptações nos critérios técnicos e normas relacionadas ao coeficiente de rendimento volumétrico (CRV) destas espécies no estado do Mato Grosso.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da área de estudo

Os dados foram coletados na Fazenda Sinopema, localizada no município de Tabaporã, Norte do estado de Mato Grosso nas coordenadas geográficas: latitude 11° 28' 31" Sul, longitude 57° 04' 46" Oeste, distante 160 km de Sinop-MT, Brasil. A fazenda possui área total de 51.000 ha, pertencente ao Bioma Amazônia. A topografia da área é caracterizada por depressão, sendo o relevo plano com ocorrência de ondulações esparsas, e altitudes variando entre 300 a 400 m. Segundo classificação de Koppen, o clima é do tipo Aw, tropical, quente e úmido, com precipitação média anual de 2.000 a 2.100 mm ano<sup>-1</sup> e temperatura média anual de 24,1° a 25° C. Há predomínio dos solos Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, com boa drenagem e permeabilidade, textura muito argilosa (65%) e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, não Hidromórfico, bem drenado, poroso, com avançado grau de intemperismo e processo de lixiviação, com textura argilo-arenosa e fertilidade natural baixa (SEPLAN-MT, 2010).

### 2.2. Amostragem

Os dados foram obtidos do plano de manejo florestal aprovado na Fazenda Sinopema, onde foram selecionados e

mensurados aleatoriamente  $n \geq 30$  indivíduos adultos das cinco espécies Garapeira - *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., Cumaru - *Dipteryx Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., Jatobá - *Hymenaea courbaril* L., Itaúba - *Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Meze Roxinho - *Peltogyne lecointei* Ducke. A identificação botânica foi realizada por comparação com espécimes depositadas no herbário da Universidade Federal

do Mato Grosso. A classificação das espécies foi realizada de acordo com o sistema “Angiosperm Phylogeny Group - APG” (APG III, 2009), por meio da página da web (<http://www.missouribotanicalgarden.org/>) do Missouri Botanical Garden. As variações no diâmetro das espécies selecionadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Amplitude diamétrica das espécies estudadas.

Table 1. Diametric range of studied species.

Família	Nome Científico	Nome Popular	Amplitude Diamétrica (cm)	N
Fabaceae	<i>Dipteryx odorata</i>	Cumaru	50- 90	30
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapeira	50-140	30
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i>	Itaúba	50-90	30
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	50- 90	33
Fabaceae	<i>Peltogyne lecointei</i>	Roxinho	50- 100	32

### 2.3. Determinação dos volumes

As árvores foram derrubadas e seccionadas a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial, totalizando quatro toras. Foram medidos os comprimentos, diâmetro com casca, diâmetro do cerne e da espessura da casca, sendo realizadas nas duas extremidades de todas as secções e tomadas duas medidas em cada extremidade. Foi utilizado o método de cubagem rigorosa de Smalian (SOARES et al. 2011):

$$V = \frac{(g_1 + g_2)}{2} L \quad (\text{Equação 1})$$

em que: V = Volume (m<sup>3</sup>); g<sub>1</sub> = área transversal da extremidade de maior diâmetro (m<sup>2</sup>); g<sub>2</sub> = área transversal da extremidade com menor diâmetro (m<sup>2</sup>) e L = comprimento da secção (m).

#### 2.3.1. Volume com casca

O volume com casca (Vc/c) foi determinado pelo método de Smalian, considerando os diâmetros das extremidades das toras para o cálculo das áreas transversais das secções.

#### 2.3.2. Volume sem casca

O volume sem casca (Vs/c) foi determinado por meio do mesmo método, descontando duas vezes o valor da espessura da casca nos diâmetros das toras no cálculo das áreas transversais das secções.

$$V_{s/c} = \frac{\{[g_1 - (2 + c_1)] + [g_2 - (2c_2)]\}}{2} L \quad (\text{Equação 2})$$

em que: Vs/c = Volume sem casca (m<sup>3</sup>); g<sub>1</sub> = área transversal da extremidade de maior diâmetro (m<sup>2</sup>); g<sub>2</sub> = área transversal da extremidade com menor diâmetro (m<sup>2</sup>); c<sub>1</sub> = espessura de casca da extremidade de maior diâmetro (m<sup>2</sup>); c<sub>2</sub> = espessura de casca da extremidade de menor diâmetro (m<sup>2</sup>) e L = comprimento da secção (m).

#### 2.3.3. Volume de alburno

O volume de alburno (VA) foi determinado pela diferença entre o volume comercial sem casca e o volume de cerne.

#### 2.3.4. Volume do cerne

O volume do cerne (VC) determinou-se também por meio da Equação 1, porém, considerando os diâmetros do cerne para o cálculo das áreas transversais das secções.

#### 2.3.5. Volume de casca

O volume de casca (Vc) foi determinado pela diferença entre o volume comercial com casca e o volume comercial sem casca.

### 2.4. Percentual volumétrico

#### 2.4.1. Alburno

A determinação do percentual volumétrico de alburno foi obtido pela relação percentual entre volume de alburno e volume comercial com casca:

$$\%VA = \frac{V_A}{V_{c/c}} 100 \quad (\text{Equação 3})$$

em que: %VA = percentual volumétrico de alburno na árvore (%); V<sub>A</sub> = volume de alburno (m<sup>3</sup>) e V<sub>c/c</sub> = volume comercial com casca (m<sup>3</sup>).

#### 2.4.2. Cerne

A determinação do percentual volumétrico de cerne foi efetuada pela relação percentual entre volume do cerne e volume com casca:

$$\%VC = \frac{V_C}{V_{c/c}} 100 \quad (\text{Equação 4})$$

em que: %VC = percentual volumétrico de cerne na árvore (%); V<sub>C</sub> = volume de cerne (m<sup>3</sup>) e V<sub>c/c</sub> = volume com casca (m<sup>3</sup>).

#### 2.4.3. Casca

A determinação do percentual volumétrico de casca foi obtida pela relação percentual entre volume de casca e volume comercial com casca:

$$\%V_C = \frac{V_c}{V_{c/c}} 100 \quad (\text{Equação 5})$$

em que: %V<sub>c</sub> = percentual volumétrico de casca (%); V<sub>c</sub> = volume de casca (m<sup>3</sup>) e V<sub>c/c</sub> = volume comercial com casca (m<sup>3</sup>).

### 2.5. Análise estatística

Foram empregadas análises de variância (ANOVA) para obter as diferenças estatísticas entre os percentuais de cerne, alburno e casca para as secções de 0-25, de 25-50, 50-75 e de

75-100% da altura comercial das cinco espécies estudadas e para diferenciação destas variáveis dendrométricas entre as espécies em diferentes alturas. Para os casos onde foi observada significância na análise, foi aplicado o teste de comparação de médias post-hoc de Tukey a 95% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Porcentagem de alburno

Verificou-se que o percentual de alburno aumenta em direção à copa da árvore em todas as espécies amostradas, exceto para *M. itauba*, onde observou-se na seção de 50-75% da altura comercial um maior percentual de alburno (18,4%), e na última seção de 75-100% este valor diminuiu para 0,08% (Tabela 2). Os maiores valores absolutos foram encontrados para *H. courbaril* com 39,3% de alburno e os menores valores foram de 15,9% para *A. leiocarpa*.

Nos resultados apresentados na Tabela 3 foi observado que não houve diferenças estatísticas para a porcentagem de alburno nas diferentes alturas relativas por espécie, ou seja não houve variações significativas dentro de uma mesma espécie. No entanto, quando avaliamos as porcentagens de alburno entre espécies foram observadas diferenças significativas para todas as alturas relativas (Tabela 4), ou seja, existe uma grande heterogeneidade na formação do alburno nas diferentes espécies estudadas.

#### 3.2. Porcentagem de cerne

A média geral da porcentagem de cerne para cada espécie variou entre 79,8% para a espécie *A. leiocarpa* e 52,3% na espécie *H. courbaril* (Tabela 5). As maiores porcentagens de cerne foram observadas na primeira seção das árvores e variaram entre 81,9% para *A. leiocarpa* e 56,3% na espécie *H. courbaril* (Tabela 5).

Houve diferença significativa para a porcentagem de cerne nas diferentes alturas relativas para as espécies *H. courbaril* e *P. lecoitei* (Tabela 6). As demais espécies não apresentaram tais diferenças apesar da primeira seção apresentar sempre maiores valores para essa variável (% cerne).

Entre as espécies, houveram diferenças significativas para a porcentagem de cerne (Tabela 7). Observa-se que as espécies *H. courbaril* (52,4%) e *P. lecoitei* (63,1%) tiveram as menores porcentagens de cerne em relação as demais em todas as alturas relativas.

#### 3.3 Porcentagem de casca

Entre as espécies analisadas a porcentagem de casca apresentou diferentes comportamentos ao longo do comprimento do fuste. As espécies *P. lecoitei*, *H. courbaril* e *M. itauba* apresentaram tendência a aumentar a porcentagem de casca no sentido da base para o topo, e *A. leiocarpa* não apresentou variação significativa nesta análise. Para a espécie *D. odorata* foi verificado que diferentemente das outras espécies que a porcentagem de casca tende a decrescer à medida que se aumenta a altura relativa (Tabela 8).

Na Tabela 9 pode-se observar que a única espécie que apresentou diferença estatística quanto à porcentagem de casca à diferentes alturas relativas foi *H. courbaril*. As espécies *D. odorata*, *A. leiocarpa*, *M. itauba* e *P. lecoitei* não apresentaram diferenças significativas quanto à porcentagem de casca em nenhuma das alturas relativas. Porém, a espécie *H. courbaril* apresentou diferença significativa em todas as alturas relativas quando comparado com as demais espécies, sendo em todos os casos os maiores valores de porcentagem de casca (Tabela 10).

Tabela 2. Estatística descritiva da porcentagem de alburno nas diferentes alturas das espécies estudadas.

Table 2. Descriptive statistics of the percentage of sapwood at different heights of the species studied.

Espécie	N	Comprimento Seção (%)	$\bar{X}$	Máximo	Mínimo	Desvio	CV(%)
<i>D. odorata</i>	30	0-25	15,72	36,30	3,06	6,9204	44,0148
		25-50	18,41	38,26	2,41	8,6377	46,9238
		50-75	19,55	40,51	5,58	8,8325	45,1850
		75-100	20,00	49,84	8,18	8,8173	44,0933
		Média Geral	18,22	35,62	7,32	7,3166	40,1657
<i>A. leiocarpa</i>	30	0-25	13,40	27,81	4,41	4,9161	36,6943
		25-50	15,66	30,44	5,75	5,9221	37,8092
		50-75	17,18	33,34	4,18	6,9724	40,5756
		75-100	17,62	30,71	2,55	7,5833	43,0455
		Média Geral	15,90	28,43	5,86	5,7114	35,9202
<i>M. itauba</i>	30	0-25	15,79	44,13	5,21	7,6519	48,4733
		25-50	17,15	25,10	6,37	5,7981	33,8142
		50-75	18,35	29,77	7,56	6,6670	36,3286
		75-100	18,27	34,86	5,19	7,0059	38,3502
		Média Geral	17,28	29,66	6,66	6,0822	35,2022
<i>H. courbaril</i>	33	0-25	36,39	58,58	15,95	10,8578	29,8335
		25-50	39,79	62,15	21,57	9,1006	22,8728
		50-75	41,17	64,56	20,14	8,8600	21,5197
		75-100	41,32	65,26	23,14	9,3424	22,6123
		Média Geral	39,32	61,85	20,96	9,1529	23,2792
<i>P. lecoitei</i>	32	0-25	29,73	40,94	11,61	6,9665	23,4295
		25-50	31,42	41,68	16,13	6,0638	19,2969
		50-75	33,08	44,67	17,85	6,5071	19,6715
		75-100	33,61	48,09	14,50	7,9401	23,6208
		Média Geral	31,88	42,82	14,95	6,2474	19,5987

em que: N= Número de indivíduos amostrados;  $\bar{X}$ = Média; Máximo= Valor máximo encontrado entre as amostras; Mínimo = Valor mínimo encontrado entre as amostras; Desvio= Desvio Padrão; CV(%)= Coeficiente de variação.

Tabela 3. ANOVA e Tukey para porcentagem de alborno de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100% da altura comercial por espécie.  
Table 3. ANOVA and Tukey's percentage of sapwood 0-25, 25-50, 50-75 and 75-100% of the commercial height for species.

Comprimento	Espécie									
	<i>D. odorata</i>		<i>A. leiocarpa</i>		<i>M. itauba</i>		<i>H. courbaril</i>		<i>P. lecointei</i>	
p-valor	0,2240	ns	0,0531	ns	0,4274	ns	0,1353	ns	0,1080	ns
0-25	15,72	a	13,40	a	15,79	a	36,39	a	29,73	a
25-50	18,41	a	15,66	a	17,15	a	39,79	a	31,42	a
50-75	19,55	a	17,18	a	18,35	a	41,17	a	33,08	a
75-100	20,00	a	17,62	a	18,27	a	41,32	a	33,61	a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pela Análise de Variância, com alfa de 5%. \* Significativo a 95% de probabilidade; ns: Não significativo.

Tabela 4. ANOVA e Tukey para porcentagem de alborno entre as espécies de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100% da altura comercial.  
Table 4. ANOVA and Tukey's percentage of sapwood between species 0-25, 25-50, 50-75 and 75-100% of the commercial height.

Espécie	Porcentagem de Alborno no volume comercial									
	0-25		25-50		50-75		75-100		Total	
	p-valor									
	0,000	*	0,000	*	0,000	*	0,000	*	0,000	*
<i>D. odorata</i>	15,72	a	18,41	a	19,55	a	20,00	a	18,22	a
<i>A. leiocarpa</i>	13,40	a	15,66	a	17,18	a	17,62	a	15,90	a
<i>M. itauba</i>	15,79	a	17,15	a	18,35	a	18,27	a	17,28	a
<i>H. courbaril</i>	36,39	c	39,79	c	41,17	c	41,32	c	39,32	c
<i>P. lecointei</i>	29,73	b	31,42	b	33,08	b	33,62	b	31,88	b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pela Análise de Variância, com alfa de 5%. \* Significativo a 95% de probabilidade; ns: Não significativo.

Tabela 5. Estatística descritiva da porcentagem de cerne nas diferentes alturas das espécies estudadas.  
Table 5. Descriptive statistics of percentage of heart to different heights of the species studied.

Espécies	N	Altura da Seção	$\bar{X}$	Máximo	Mínimo	Desv.	CV(%)
<i>D. odorata</i>	30	0-25	79,44	94,27	58,37	7,3318	9,2293
		25-50	76,82	91,91	56,70	9,0630	11,7984
		50-75	75,78	89,22	54,23	9,2524	12,2094
		75-100	75,49	87,51	45,77	9,2820	12,2958
		Média Geral	77,08	90,39	58,81	7,8386	10,1695
<i>A. leiocarpa</i>	30	0-25	81,90	91,16	65,44	5,5704	6,8015
		25-50	80,10	90,81	65,95	6,5430	8,1685
		50-75	78,71	92,55	62,45	7,4823	9,5067
		75-100	78,15	94,01	65,26	8,0061	10,2440
		Média Geral	79,80	91,22	65,77	6,2789	7,8684
<i>M. itauba</i>	30	0-25	79,91	91,87	52,72	8,0828	10,1144
		25-50	78,14	90,56	69,01	6,6670	8,5317
		50-75	76,75	89,27	64,28	7,5141	9,7908
		75-100	76,73	91,34	60,44	7,6990	10,0334
		Média Geral	78,07	89,98	66,46	6,8233	8,7395
<i>H. courbaril</i>	33	0-25	56,26	74,45	37,47	10,1525	18,0452
		25-50	52,07	69,43	32,53	8,3575	16,0514
		50-75	49,83	69,25	29,21	8,0175	16,0883
		75-100	49,11	64,13	28,43	8,3156	16,9325
		Média Geral	52,35	69,07	32,98	8,3380	15,9280
<i>P. lecointei</i>	32	0-25	65,64	84,19	52,77	7,2617	11,0636
		25-50	63,67	79,91	53,50	6,3897	10,0359
		50-75	61,74	78,02	49,60	6,7368	10,9119
		75-100	60,93	81,32	45,24	8,1972	13,4529
		Média Geral	63,11	80,93	52,46	6,5664	10,4048

Em que: N = Número de indivíduos amostrados;  $\bar{X}$  = Média; Máximo = Valor máximo encontrado entre as amostras; Mínimo = Valor mínimo encontrado entre as amostras; Desv. = Desvio Padrão; CV(%) = Coeficiente de variação.

Tabela 6. ANOVA e Tukey para porcentagem de cerne de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100% da altura comercial por espécie.  
Table 6. ANOVA and Tukey's percentage heartwood of 0-25, 25-50, 50-75 and 75-100% of the commercial height for species.

Comprimento	Espécies									
	<i>D. odorata</i>		<i>A. leiocarpa</i>		<i>M. itauba</i>		<i>H. courbaril</i>		<i>P. lecointei</i>	
p-valor	0,3217	ns	0,1651	ns	0,3107	ns	0,0051	*	0,0459	*
0-25	79,44	a	81,90	a	79,91	a	56,26	b	65,64	b
25-50	76,82	a	80,10	a	78,14	a	52,07	ab	63,67	ab
50-75	75,78	a	78,71	a	76,75	a	49,83	a	61,74	ab
75-100	75,49	a	78,15	a	76,73	a	49,11	a	60,93	a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pela Análise de Variância, com alfa de 5%. \* Significativo a 95% de probabilidade; ns: Não significativo.

Porcentagem de cerne, alborno e casca de cinco espécies madeireiras da Amazônia

Tabela 7. ANOVA e Tukey para porcentagem de cerne entre as espécies de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100% da altura comercial.  
Table 7. ANOVA and Tukey's percentage of heart among species 0-25, 25-50, 50-75 and 75-100% of the commercial height.

Espécies	Porcentagem de Cerne no volume comercial								Total	
	0-25		25-50		50-75		75-100			
	p-valor									
	0,000	*	0,000	*	0,000	*	0,000	*	0,000	*
<i>D. odorata</i>	79,44	c	76,81	c	75,78	c	75,49	c	77,08	c
<i>A. leiocarpa</i>	81,90	c	80,10	c	78,71	c	78,15	c	79,80	c
<i>M. itauba</i>	79,91	c	78,14	c	76,75	c	76,73	c	78,07	c
<i>H. courbaril</i>	56,26	a	52,07	a	49,83	a	49,11	a	52,35	a
<i>P. lecointei</i>	65,64	b	63,67	b	61,74	b	60,93	b	63,11	b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pela Análise de Variância, com alfa de 5%. \* Significativo a 95% de probabilidade; ns: Não significativo.

Tabela 8. Estatística descritiva da porcentagem de casca a diferentes alturas relativas das espécies estudadas.  
Table 8. Descriptive statistics of the percentage of shell at different relative heights of the species studied.

Espécies	N	Altura Seção	$\bar{X}$	Máximo	Mínimo	Desv.	CV(%)
<i>D. odorata</i>	30	0-25	4,84	7,93	2,55	1,55	32,15
		25-50	4,78	8,85	2,34	1,74	36,44
		50-75	4,67	9,80	1,87	1,91	40,93
		75-100	4,51	10,37	1,55	2,06	45,74
		Média Geral	4,70	9,13	2,29	1,68	35,66
<i>A. leiocarpa</i>	30	0-25	4,70	9,88	1,88	1,84	39,07
		25-50	4,24	6,66	1,87	1,20	28,34
		50-75	4,11	8,66	1,76	1,28	31,13
		75-100	4,23	12,35	1,75	1,89	44,71
		Média Geral	4,30	7,55	1,83	1,33	30,87
<i>M. itauba</i>	30	0-25	4,30	8,78	2,38	1,39	32,43
		25-50	4,71	8,54	2,20	1,45	30,89
		50-75	4,90	9,24	1,64	1,70	34,74
		75-100	5,00	11,08	1,24	2,06	41,18
		Média Geral	4,65	9,27	2,16	1,46	31,37
<i>H. courbaril</i>	33	0-25	7,34	12,29	3,95	2,10	28,54
		25-50	8,15	13,17	5,09	2,14	26,28
		50-75	8,99	13,93	5,70	2,23	24,85
		75-100	9,57	14,90	6,31	2,40	25,11
		Média Geral	8,33	12,67	5,16	2,06	24,67
<i>P. lecointei</i>	32	0-25	4,63	7,23	2,80	0,93	20,13
		25-50	4,91	7,82	2,86	1,09	22,22
		50-75	5,18	8,47	1,59	1,49	28,76
		75-100	5,45	9,88	1,85	1,77	32,46
		Média Geral	5,01	8,05	2,67	1,19	23,67

Em que: N = Número de indivíduos amostrados;  $\bar{X}$  = Média; Máximo = Valor máximo encontrado entre as amostras; Mínimo = Valor mínimo encontrado entre as amostras; Desv.= Desvio Padrão; CV(%)= Coeficiente de variação.

Tabela 9. ANOVA e Tukey para porcentagem de casca a 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100% da altura comercial por espécie.  
Table 9. ANOVA and Tukey shell percent for the 0-25, 25-50, 50-75 and 75-100% of the commercial height for species.

Altura	Espécies									
	<i>D. odorata</i>		<i>A. leiocarpa</i>		<i>M. itauba</i>		<i>H. courbaril</i>		<i>P. lecointei</i>	
	p-valor									
	0,9185	ns	0,4877	ns	0,3843	ns	0,0005	*	0,0958	ns
0-25	4,84	a	4,70	a	4,30	a	7,34	a	4,63	a
25-50	4,78	a	4,24	a	4,71	a	8,15	ab	4,91	a
50-75	4,67	a	4,11	a	4,90	a	8,99	bc	5,18	a
75-100	4,51	a	4,23	a	5,00	a	9,57	c	5,45	a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pela Análise de Variância, com alfa de 5%. \* Significativo a 95% de probabilidade; ns: Não significativo.

Tabela 10. ANOVA e Tukey para porcentagem de casca entre as espécies de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100% da altura comercial.  
 Table 10. ANOVA and Tukey's shell percent between species 0-25, 25-50, 50-75 and 75-100% of the commercial height.

Espécies	Porcentagem de casca no volume comercial									
	0-25		25-50		50-75		75-100		Total	
	0,000	*	0,000	*	0,000	*	0,000	*	0,000	*
<i>D. odorata</i>	4,84	a	4,78	a	4,67	a	4,51	a	4,70	a
<i>A. leiocarpa</i>	4,70	a	4,24	a	4,11	a	4,23	a	4,30	a
<i>M. itauba</i>	4,30	a	4,71	a	4,90	a	5,00	a	4,65	a
<i>H. courbaril</i>	7,34	b	8,15	b	8,99	b	9,57	b	8,33	b
<i>P. lecointei</i>	4,63	a	4,91	a	5,18	a	5,45	a	5,01	a

\* Significativo à 95% de probabilidade. ns: Não significativo, Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pela Análise de Variância, com alfa de 5%.

#### 4. DISCUSSÃO

##### 4.1 Porcentagem de alburno

Houveram tendências na redução do alburno conforme observado na Tabela 2. Essa redução observada para quatro das cinco espécies analisadas no presente estudo, também foi observada por Gominho (2001) para espécie *Eucalyptus citriodora*, aos 55 anos de idade, no qual os valores médios do alburno na porção basal (36,5%) e mediana (40,9%) reduzem em direção à copa. Em comparação com este estudo, pode-se verificar que todas as espécies apresentaram porcentagens de alburno na secção da base com valores inferiores aos obtidos por Gominho (2001), fato este que pode ser atribuído a diferenças genéticas, idade ou ambiente em que estas se desenvolveram. Conforme Marra (1992), árvores velhas tendem a formar o lenho mais lentamente e apresentam maior proporção de cerne em relação ao alburno.

Na Tabela 3 observa-se que não houve diferença significativa para a porcentagem de alburno a diferentes alturas relativas dentro de cada espécie, ou seja, à medida que aumenta a altura das árvores a porcentagem de alburno não apresenta alterações significativas, o que significa dizer que a proporção de cerne e alburno é a mesma ao longo do fuste da árvore. Isso facilita o estabelecimento de fatores padrão para o rendimento volumétrico, no entanto ao fixá-los generalizando para todas as espécies madeiras o erro associado pode estar em torno de 10 a 15 % (IC 95%). Simulando o efeito deste percentual para uma empresa que comercializa um Plano de Operação Anual (POA) de 1000 m<sup>3</sup> ao preço médio de R\$500,00/m<sup>3</sup>, esse percentual representa uma diferença de 50 à 75 mil, um valor suficiente para custear o inventário do plano de manejo florestal. Desta forma, pode-se perceber a importância do ajuste dos coeficientes de rendimento volumétrico, levando em conta os percentuais de alburno, cerne e casca para cada espécie madeira, visto que podem causar grande impacto econômico na rentabilidade da atividade florestal.

Lopes (2003) em seus estudos com *Eucalyptus grandis* observou um comportamento do percentagem de alburno, diferente do observado para as espécies analisadas no presente estudo, os resultados daquele autor apontam um decréscimo na proporção de alburno da base até 25% da altura comercial, sendo que desta altura até os 100%, o percentual aumenta. As espécies *A. leiocarpa*, *D. odorata* e *M. itauba*, apresentaram as menores médias para a porcentagem de alburno, e de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade as diferenças não foram estatisticamente significativas (Tabela 4).

A espécie *P. lecointei* possui a segunda maior média de porcentagem de alburno em todas as alturas relativas, com a

média de 31,9% de alburno. A espécie que apresentou a maior porcentagem de alburno em todas as alturas relativas foi *H. courbaril*, com uma média de 39,3% de alburno. Resultado este semelhante a estudo de Klitzke et al. (2008), no qual menciona que atualmente as toras de *H. courbaril* utilizadas pela indústria tem apresentado grande volume de alburno, representando até 30% do volume serrado, porcentagem esta diferente da obtida no presente estudo, porém confirmando a alta porcentagem de alburno para a espécie jatobá.

As espécies *A. leiocarpa*, *D. odorata* e a *M. itauba* apresentaram baixas porcentagens de alburno, portanto, possuem pouca quantidade de lenho de baixa qualidade para fins de madeira sólida, desta maneira quando este é descartado, estas espécies produzem pequena quantidade de resíduos.

##### 4.2 Porcentagem de cerne

As espécies apresentaram a porcentagem de cerne superior nas secções mais próximas à base da árvore, decrescendo à medida que a altura aumenta (Tabela 5), resultado também observado por Silva (2002), que dividiu suas árvores de *Eucalyptus grandis* em 2 secções de 3 m cada e observou a maior porcentagem de cerne na primeira tora, independentemente da idade. Segundo Gonçalves et al. (2010) esse fato ocorre porque o desenvolvimento do cerne acompanha o avanço da idade do lenho, e a proporção do mesmo é maior onde o lenho é mais velho e menor onde o lenho é mais novo, ou seja, a proporção de cerne diminui da base para o topo da árvore.

É possível verificar também que a espécie que apresentou a maior média da porcentagem de cerne foi *A. leiocarpa* (79,80%), seguida de *M. itauba* (78,07%), *D. odorata* (77,08%), *P. lecointei* (63,11%) e jatobá (52,35%), este resultado pode estar ligado ao fator genético de cada espécie (Tabela 5), na qual cada espécie apresenta diferentes características anatômicas e fisiológicas e estas por sua vez podem influenciar o processo de cernificação (CORADIN; CAMARGOS, 2001). Apesar da porcentagem de cerne ser numericamente maior nas secções mais próximas à base, não houve diferença significativa desta variável dendrométrica nas diferentes alturas para as espécies *D. odorata*, *A. leiocarpa* e *M. itauba* (Tabela 6). Apenas as espécies *P. lecointei* e *H. courbaril* diferiram significativamente, sendo que a secção mais próxima da base obtiveram os maiores valores de porcentagem de cerne para essas duas espécies.

##### 4.3 Porcentagem de casca

A espécie com menor percentual médio de casca foi *A. leiocarpa*, seguida de *M. itauba*, *D. odorata* e *P. lecointei*,

sendo que o *H. courbaril* foi a que apresentou o maior percentual de casca. Os resultados do presente estudo, para todas as espécies analisadas, diferem da porcentagem de casca (10%) determinada pelo Decreto N 1.862, de 24 de março de 2009, na qual verifica-se um erro médio de até 5,7%. As porcentagens de casca obtidas neste estudo são também semelhantes às obtidas por Colpini et al. (2009), em estudo de porcentagem de casca de árvores individuais realizado em uma Floresta Ombrófila Aberta na região Noroeste de Mato Grosso, onde verificou-se uma porcentagem média de casca de 7,45%.

A maior parte das espécies apresentou baixa porcentagem de casca, resultado que corrobora com o de Colpini et al. (2009), que relatam que a porcentagem média de casca em espécies de Floresta Ombrófila Aberta, é relativamente baixa. Apenas *H. courbaril* apresentou diferença significativa para a porcentagem de casca. Este fato pode ser justificado pela observação realizada durante a coleta de dados, onde verificou-se que a espessura de casca de *H. courbaril* não apresenta grande variação ao longo da altura da árvore, porém a forma da árvore tende a mudar, ou seja, há um afinamento da base para a ponta, o mesmo não ocorrendo de forma proporcional com a casca, desta forma quanto maior a altura relativa da tora, maior será o percentual de casca nesta espécie.

#### 4.4. Implicações práticas

Dentre as espécies estudadas, a espécie *H. courbaril* apresentou a média de porcentagem de casca igual a 8,33% e as demais espécies não ultrapassaram 5,5% de casca. Pode-se verificar que todas as espécies apresentaram porcentagem inferior à determinada pelo Decreto nº 1.862, de 24 de março de 2009 (10%), destacando a importância em se fazer este estudo técnico-científico para outras espécies visando à correta quantificação da madeira sólida advinda de planos de manejo florestal sustentável (PMFS) e projetos de supressão vegetal ou "Corte Raso".

Das cinco espécies analisadas, a espécie *H. courbaril* apresentou os menores valores de porcentagem de cerne, seguido por *P. lecointei*. Esse fato justifica a comercialização de madeira diferenciada dessas espécies, haja visto que na maioria das vezes essas espécies são comercializadas considerando a medida do cerne. Devido ao elevado percentual de alborno que estas duas espécies apresentam, ocasionam redução do rendimento em serraria, já que a madeira aproveitada é na maioria das vezes, somente a do cerne. Dessa forma, gera-se grandes volumes de madeira desperdiçada e excedentes fiscais (acúmulo de estoque para comercialização de madeira serrada) que poderiam ser utilizados indevidamente para legalização de madeira irregular. Inversamente essa mesma lógica pode ser empregada nas espécies em que o aproveitamento (maior porcentagem de cerne) é maior, gerando assim um déficit fiscal (Falta de nota fiscal) para a comercialização da madeira oriunda dessas espécies.

Para o setor florestal os resultados apresentados no presente estudo, demonstram de maneira muito clara, a urgente necessidade de atualização dos fatores arbitrados na legislação vigente. O uso destas informações na comercialização da madeira advinda destas espécies permitirá melhorar o aproveitamento econômico nos empreendimentos florestais, beneficiando os *stakeholders* do mercado madeireiro.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados conclui-se que as porcentagens de cerne, alborno e casca avaliadas possuem variações significativas, em alguns casos, dentro e entre as espécies. Essas variações ao serem consideradas nos cálculos volumétricos podem aumentar a precisão das estimativas, evitar perdas e ganhos em valores monetários por parte de compradores e vendedores, ou ainda contribuir para a redução de fraudes e irregularidades relacionados ao sistema de venda de crédito de madeira. Conclui-se também que os resultados encontrados neste estudo podem ajudar a estabelecer critérios técnicos relacionadas ao coeficiente de rendimento volumétrico (CRV) destas espécies no estado de Mato Grosso.

## 6. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 411 de 06 de maio de 2009**. Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codllegi=604>>. Acesso em: 23/05/2016 às 20:11.
- COLPINI, 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 de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 97-10, 2009.
- CORADIN, V. T. R.; CAMARGOS, J. A. A. **Noções sobre anatomia da madeira e identificação anatômica**. Brasília. IBAMA, 2001. 43 p.
- DIAS, J. A.; SANTOS, C. M. L.; CONDÉ, T. M. A. Contabilidade Ambiental no aproveitamento de resíduos madeireiros em Rorainópolis-RR. In: V Mostra Acadêmica do Campus Rorainópolis, Universidade Estadual de Roraima – UERR, p. 16-21, 2015.
- GERWING, J.; VIDAL, E.; VERÍSSIMO, A.; UHL, C. Rendimento no Processamento de Madeira no Estado do Pará. Série Amazônia. Belém: **IMAZON**, n. 18, 2001, 31p.
- GOMINHO, J.; KNAPIC, S.; PEREIRA, H. **Cerne e borne - Fatores de variação da qualidade tecnológica das árvores**. 2005. Disponível em: <<http://www.esac.pt/cernas/cfn5/docs/T4-28.pdf>>
- GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, G. F.; NAPPO, M. E.; FILHO, M. T. Parâmetros dendrométricos e correlações com propriedades tecnológicas em um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 947-959, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PEVS 2012: Silvicultura e extrativismo produzem R\$ 18,4 bilhões**. 2013. Disponível em: <[www.saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2533](http://www.saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2533)> Acesso em: 23/05/2016 às 20:11.
- KLITZKE, R. J.; SAVIOLI, D.L.; MUÑIZ, G. I. B.; BATISTA, D. C. Caracterização dos lenhos de cerne, alborno e transição de jatobá (*Hymenaea* sp.) visando ao agrupamento para fins de secagem convencional.



- Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 279-284, 2008.
- LOPES, M. de C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 93p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2003.
- MARCHESAN, R. **Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais**. 94p. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2012.
- MATO GROSSO. **Decreto nº 1.862, de 24 de março de 2009**. Regulamenta a Lei Complementar nº 233, de 21 de dezembro de 2005 no que diz respeito aos procedimentos de elaboração, análise e acompanhamento dos Planos de Manejo Florestal Sustentável no Estado de Mato Grosso. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso, Ano CXVIII, Cuiabá, 24 de março de 2009, nº 25044.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Aproveitamento de resíduos e subprodutos Florestais, alternativas tecnológicas e Propostas de políticas ao uso de resíduos Florestais para fins energéticos**. Projeto PNUD BRA 00/20 - Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental, Curitiba-PR, 2009. 40p.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Vida que vem a floresta**. 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/9195-vida-que-vem-da-floresta>> Acesso em: 23/05/2016 às 21:46.
- NOGUEIRA, M.; BALLARIN, A. W. Efeito da idade na qualificação mecânica da madeira serrada de *Eucalyptus* sp. com uso de ensaios não-destrutivos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 23, n. 3, p. 74-94, 2008.
- OLIVEIRA, A. D.; MARTINS, E. P.; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P.; SOUZA, A. N. Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas – o caso do município de Jaru, estado de Rondônia. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 01-15, 2003.
- PIOVESAN, P. R. R.; SOUZA, A. R. S. R.; SOUZA, D. V. Rendimento na produção de madeira serrada de Ipê (*Handroanthus* sp.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2315-2329, 2013.
- SEPLAN-MT. **Mapa de vegetação Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico**. PRODEAGRO. Ministério de Integração Nacional, 2010.
- SFB - Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo**. Brasília, 2010. 152 p.
- SILVA, J. de C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 160 p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2002.
- SOARES, C. P. B.; NETO, F. de P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora-UFV, 2011, 272 p.
- SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Rendimento em serraria de trinta espécies de madeiras amazônicas**. Belém, 1981. 186p.