

## MEDIDA DE COPA PARA DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE POPULACIONAL DE *CEDRELA FISSILIS*

Lílian Daniel PEREIRA<sup>1</sup>  
Frederico Dimas FLEIG<sup>1</sup>  
Evandro Alcir MEYER<sup>1</sup>  
Elisabete VUADEN<sup>2</sup>  
Karina LANZARIN<sup>1</sup>

- RESUMO: *Cedrela fissilis* (Vell.) é uma espécie com alto potencial madeireiro, contudo, para seu manejo apropriado, é necessário conhecer o seu comportamento na floresta. Com isto em mente, buscou-se obter informações sobre o espaço necessário para cada indivíduo e o número de plantas por hectare, para determinadas dimensões das árvores. Foram coletadas as informações: diâmetro à altura do peito (DAP) e oito raios de copa de árvores emergentes de cedro em Floresta Estacional Decidual. Foram testados cinco modelos para o ajuste do diâmetro de copa em função do DAP e, em seguida, foi traçada a linha tangente ao limite inferior e superior desta relação. O número de árvores por hectare (N) foi calculado, dividindo-se a área de 0,8 hectare pela área de copa. A análise de regressão entre diâmetro de copa e diâmetro à altura do peito teve bom ajuste e permitiu estabelecer limites confiáveis para a densidade para um determinado diâmetro objetivo de *Cedrela fissilis*. O espaçamento para obter cedros de 30 cm de diâmetro deve estar entre 2 e 8 m, para 40 cm entre 3 e 10 m, para 50 cm entre 4 e 11 m e para 60 cm entre 6 e 13 m.
- PALAVRAS-CHAVE: Cedro; espaçamento; número de árvores por hectare.

### 1 Introdução

Por meio do estudo das medidas descritivas da árvore, ou relações morfométricas é possível tomar decisões para as intervenções silviculturais, principalmente com vistas à melhoria da produção de árvores nativas, pois a morfometria revela como a árvore ocupa e interage com o espaço (ROMAN *et al.*, 2009). Dentre as medidas descritivas da árvore, aquelas que mais se relacionam com o espaço são as variáveis de copa. A correlação entre diâmetro de copa e diâmetro à altura do peito (DAP) já é bem conhecida, sendo que o primeiro trabalho desenvolvido sobre este assunto foi realizado em 1903, em *Fagus* sp. (HEMERY *et al.*, 2005).

O tamanho da copa está relacionado com a interceptação da luminosidade, e conseqüentemente, com a capacidade fotossintética da árvore, portanto, os valores de diâmetro de copa e comprimento de copa são muito relevantes quando há interesse em

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Engenharia Florestal, Av. Roraima nº 1000, Prédio 44B, Cidade Universitária, CEP: 97105-900, Santa Maria, RS, E-mail: liliandapereira@yahoo.com.br; dimasfleig@uol.com.br; eam.meyer@gmail.com; karinalanzarin@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Estrada para Boa Esperança, Km 04, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, PR, elisabetevuaden@hotmail.com

crescimento e produção. Segundo Costa *et al.* (2008) o diâmetro de copa é uma variável fundamental para auxiliar o manejador a tomar decisões sobre a regulação de densidade.

A densidade é o principal fator que os engenheiros florestais podem alterar para controlar o crescimento das árvores. As formas de manejar a densidade são por meio da densidade de plantio e pela realização de desbastes durante o desenvolvimento da população.

Uma das relações morfométricas que mais se destaca é a razão entre o diâmetro de copa (Dc) e o DAP, chamada de índice de saliência, pois auxilia no manejo das espécies quanto aos desbastes e espaço vital (CONDÉ *et al.*, 2012). Este índice permite calcular o número de árvores que podem coexistir em uma população, para que um determinado diâmetro objetivo seja alcançado. É também útil no planejamento de parques e arborização, pois possibilita realizar projetos com base nos dados de área da copa e de área real do espaço a ser ocupado (McPHERSON e PEPPER, 2011).

Com base nestas informações é possível manejar árvores nativas para obtenção de produtos madeireiros. Uma das espécies que possui alto valor comercial e múltiplos usos é o cedro (*Cedrela fissilis* (Vell.)), uma árvore da família Meliaceae, com ampla distribuição geográfica na América do Sul, demonstrando a alta tolerância às variações ambientais locais (CARVALHO, 2003).

A obtenção de medidas de espaçamento entre árvores tem sido realizada de maneira empírica, ou através de plantios experimentais, estes por sua vez, possuem desvantagens como a morosidade na produção de resultados seguros. Assim, há necessidade de embasar dados a partir de informações concretas e disponíveis da natureza para utilização em plantios.

Em vista disso, o objetivo deste estudo foi fornecer informações sobre o espaço e o número de plantas por hectare de *Cedrela fissilis* (Vell.), a partir da variável diâmetro de copa.

## **2 Material e métodos**

### **2.1 Caracterização das áreas de estudo**

O estudo foi realizado em três locais distintos, no Campo de Instrução de Santa Maria (CISM), pertencente ao exército Brasileiro: com o ponto central da área de coordenadas geográficas de 29°47'14" de latitude Sul e 53°52'35" de longitude oeste, em Arroio Grande (Santa Maria, RS); com ponto central nas coordenadas de 29°41'57" de latitude Sul e 53°39'19" de longitude Oeste e em Val Feltrina (Silveira Martins, RS), que teve como ponto central as coordenadas 29°37'50" e 53°36'08".

Tais locais estão inseridos no domínio da Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2004). O clima da região foi classificado como "Cfa" conforme Köppen, sem estação seca definida, com temperatura média anual de 19°C, sendo a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e precipitação média anual de 1769 mm (MORENO, 1961).

### **2.2 Coleta de dados**

Foram amostradas 97 árvores individuais de *Cedrela fissilis* com DAP superior a 10 cm, do estrato emergente em áreas de Floresta Estacional Decidual. As árvores foram

localizadas mediante caminhamento pela região. Cada árvore teve medida a circunferência à altura de 1,30 metros do nível do solo (CAP) com fita métrica; e a projeção de oito raios de copa (Rc) no sentido dos pontos cardeais e colaterais, com o auxílio de hipsômetro Vertex III.

O estudo foi realizado com árvores no estrato emergente da floresta natural, pois estas possuem taxa de crescimento superior do que as árvores situadas nos estratos inferiores (CUNHA, 2009, FINGER *et al.*, 1996; ZANON, 2007; MATTOS, 2007 e CHASSOT, 2009), sendo assim, as árvores emergentes das florestas naturais são mais adequadas na estimativa de parâmetros para plantios, visto que a produção madeireira deve seguir a tendência natural da espécie. Adicionalmente, o estudo em áreas naturais possibilita otimização de resultados no tempo, pois a verificação das tendências de crescimento da espécie em plantios experimentais mostra-se morosa.

O diâmetro de copa (Dc) foi obtido pela média aritmética dos oito raios de copa multiplicado por 2. Ajustaram-se equações de diâmetro de copa em função do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), uma vez que esta é uma medida de fácil obtenção. As equações testadas foram:

$$Dc = a + b.DAP + \varepsilon \quad (1)$$

$$Dc = a + b.DAP + c.DAP^2 + \varepsilon \quad (2)$$

$$Dc = a + b.log(DAP) + \varepsilon \quad (3)$$

$$Dc = a + b.DAP^2 + \varepsilon \quad (4)$$

$$Dc = a + \sqrt{DAP} + \varepsilon \quad (5)$$

em que “a” é o intercepto, “b” e “c” são coeficientes angulares e  $\varepsilon$  o erro.

A análise do modelo foi feita com base nos valores de coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), erro padrão de estimativa (Sxy), valor de significância de *F* e pela análise visual dos gráficos de dispersão dos resíduos. Após a escolha do melhor modelo foi traçada, de maneira manual, uma linha tangente ao limite inferior desta relação, denominada de reta para a estimação do mínimo diâmetro de copa. Essa reta reflete o menor espaço ocupado por uma árvore quando encontrada no estrato emergente da floresta. Da mesma forma, traçou-se uma linha para o limite superior da relação, indicando as maiores copas e o maior espaço ocupado pela árvore.

Com as equações ajustadas de diâmetro de copa (máximo, médio e mínimo) foram calculadas as áreas de copa ( $Ac = \pi.Dc^2/4$ ) para os DAPs objetivos de 30, 40, 50 e 60 cm, estes diâmetros foram selecionados pois são usualmente desejados para produção madeireira. Obtida a área de copa, calculou-se o número de árvores por hectare (N), dividindo a área de 0,8 hectares pela área de copa (Ac). Utilizou-se o valor de área de 0,8 hectares, pois, a cobertura da copa das árvores abrange somente 80% da área total do terreno (NUTTO, 2001).

O número de árvores por hectare obtido pela equação de Dc médio gerou um valor médio de N, enquanto a equação de Dc mínimo gerou um valor máximo de N, e o Dc máximo resultou no limite mínimo, estabelecendo assim, limites seguros de valores de N para o manejo das florestas. O espaçamento para o plantio é obtido pela raiz da divisão de 10000 m<sup>2</sup> (1 hectare) pelo N do diâmetro objetivo. Os cálculos foram realizados em ambiente estatístico R (R CORE TEAM, 2016).

### 3 Resultados

Todas as análises de regressão que relacionaram DAP e diâmetro de copa foram significativas (Tabela 1). O modelo com maior valor de  $F$  e  $R^2_{aj}$  e menor valor de  $S_{xy}$  foi o modelo 1. O modelo 2 teve o coeficiente angular  $c$  não significativo, permanecendo idêntico ao modelo 1, por esta razão os gráficos desse modelo não são apresentados.

O modelo 1 apresentou melhores estatísticas e foi considerado o mais adequado para a explicação da relação entre diâmetro de copa e DAP, como mostra a configuração de cada regressão (Figura 1).

Os limites superiores e inferiores foram estabelecidos com as retas  $Dc = 1,700 + 0,206 \times DAP$  e  $Dc = -1,000 + 0,110 \times DAP$ , respectivamente (Figura 2).

A distribuição dos resíduos apresentou maior homogeneidade para os modelos 3 e 4, e maior amplitude para os resíduos dos modelos 1 e 5, fato ocasionado por escassos pontos que extrapolaram os limites residuais de +4 a -4 (Figura 3).

Tabela 1—Parâmetros estatísticos dos modelos de diâmetro de copa testados para *Cedrela fissilis* em Floresta Estacional Decidual, RS

Reg	a	b	c	$R^2_{aj}$	F	$S_{xy}$
1	-0,7967 (p=0,022)	0,1714 (p<0,001)	-	0,747	287,7	1,77
2	-0,6246 (p=0,34)	0,1601 (p<0,001)	0,00013 (p=0,757)	0,744	142,5	1,78
3	-12,9833 (p<0,001)	5,3443 (p<0,001)	-	0,678	205,8	1,99
4	1,9673 (p<0,001)	0,0019 (p<0,001)	-	0,700	227,1	1,93
5	-6,2281 (p<0,001)	2,0109 (p<0,001)	-	0,728	260,9	1,84

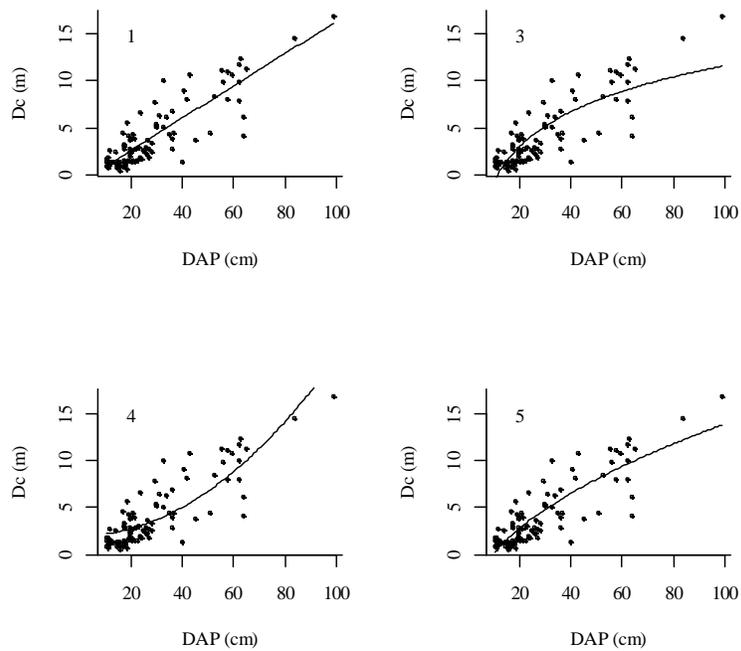


Figura 1 - Análise de regressão para diâmetro de copa em função do DAP para árvores emergentes de *Cedrela fissilis* em Floresta Estacional Decidual, RS.

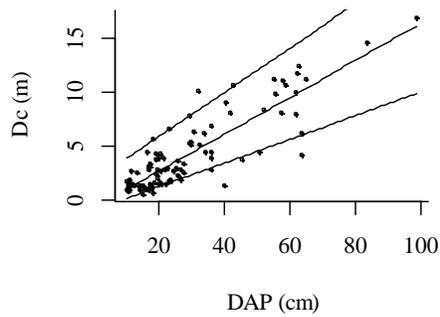


Figura 2 - Análise de regressão para diâmetro de copa e DAP para árvores emergentes de *Cedrela fissilis* com limites superiores e inferiores em Floresta Estacional Decidual, RS.

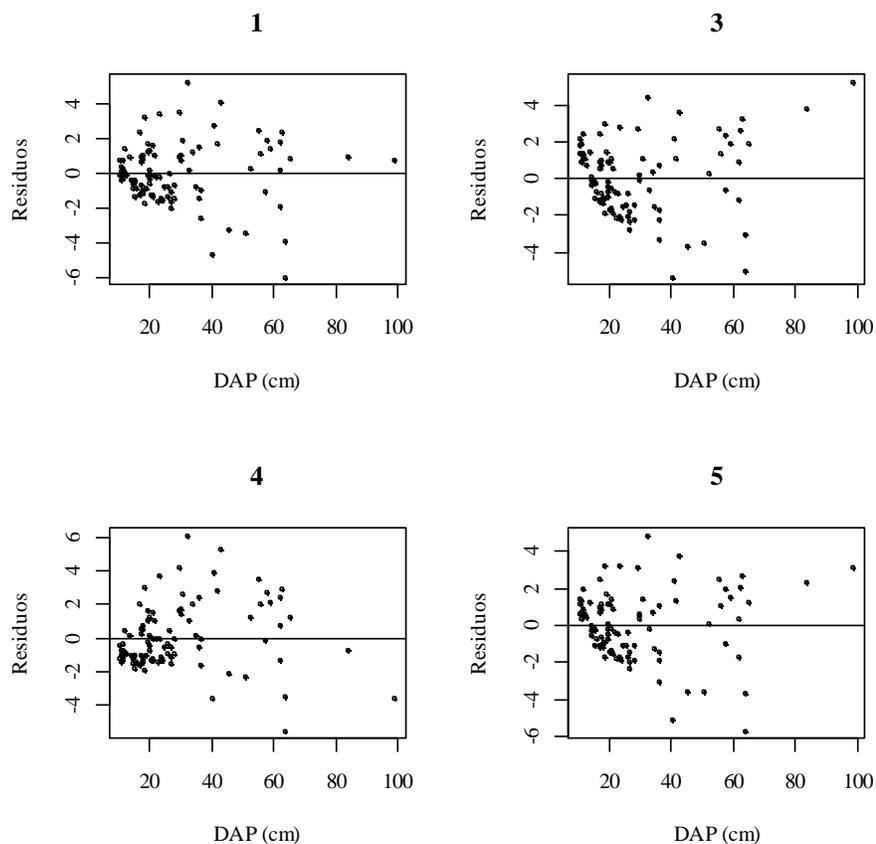


Figura 3 - Análise dos resíduos das regressões para diâmetro de copa em função do DAP para árvores emergentes de *Cedrela fissilis* em Floresta Estacional Decidual, RS.

As áreas de copa para os DAPs objetivos de 30, 40, 50 e 60 cm foram, respectivamente 14,82; 29,18; 47,60 e 70,51 m<sup>2</sup> para árvores de copa média; 3,80; 9,07; 16,61 e 26,42 m<sup>2</sup> para árvores com copa mínima e 48,70; 77,60; 113,09; 155,26 m<sup>2</sup> para copa máxima. A partir desses valores foram obtidos os números de árvores por hectare (Tabela 2).

O espaçamento de plantio para a produção de árvores de 30 cm de diâmetro variou entre 2 a 8 m, para árvores de 40 cm ficou entre 3 e 10 m, para a produção de árvores com 50 cm de DAP ficou entre 4 e 11 m, e para produção de árvores com 60 cm de DAP esteve entre 6 e 13 m (Tabela 3).

Tabela 2– Áreas de copa e número de árvores por hectare de *Cedrela fissilis* em função do diâmetro objetivo

DAP objetivo (cm)	Área de copa (m <sup>2</sup> )			Número de árvores/hectare		
	Árvore de copa máxima	Árvores de copa média	Árvores de copa mínima	Árvore de copa máxima	Árvores de copa média	Árvores de copa mínima
30	48,77	14,82	3,80	164	540	2105
40	77,60	29,18	9,07	103	274	882
50	113,09	47,60	16,61	71	168	482
60	155,26	70,51	26,42	52	113	303

Tabela 3– Espaçamento para plantio de *Cedrela fissilis* com base no diâmetro de copa de árvores emergentes em Floresta Estacional Decidual, RS

DAP objetivo (cm)	Espaçamento (m)		
	Considerando a copa máxima	Considerando a copa média	Considerando a copa mínima
30	8	4	2
40	10	6	3
50	11	8	4
60	13	9	6

#### 4 Discussão

Apesar dos dados estarem restritos a uma situação específica na floresta, de árvores emergentes, o diâmetro de copa apresentou elevada variação, independente do tamanho da árvore, para o diâmetro de 60 cm, por exemplo, há árvores com diâmetro de copa de 4,5 até 14,5 m. A alta variabilidade das dimensões da copa pode ser relacionada aos diferentes graus de concorrência sobre o qual a árvore está submetida (DURLO e DENARDI, 1998), entretanto esse aspecto, no presente trabalho é conflitante, visto que as árvores emergentes apresentam pouca influência da competição (GETZIN *et al.*, 2011), pois a competição torna-se relevante somente quando há restrição de luz (RÜGER e CONDIT, 2012).

Assim, a elevada variabilidade de diâmetros de copa provavelmente ocorre devido às condições ambientais específicas e adversas que influem no crescimento da espécie, confirmando a característica plástica da mesma, de alta capacidade de adaptação.

Quando analisados os resultados obtidos por Durlo *et al.* (2004), verifica-se que para árvores singulares, sem nenhuma competição, a inclinação da reta entre diâmetro de copa e DAP é 0,233, e corresponde aproximadamente ao limite superior dos presentes dados de árvores emergentes, que tiveram inclinação de 0,206. Isso pode ser um indicador de que as árvores, mesmo estando no estrato emergente da floresta estão sob alguma competição, visto que os valores de diâmetro de copa estão abaixo da média das árvores singulares.

A relação linear entre diâmetro de copa e DAP encontrada no presente estudo corresponde as encontradas nos estudos de HEMERY *et al.* (2005) para várias espécies latifoliadas, de CUNHA (2009) para *Cedrela odorata* e de TONINI e ARCO-VERDE (2005) para quatro espécies nativas.

A elevada variação de diâmetro de copa gera grande variação de valores de espaçamento para um dado diâmetro objetivo. Logo, em vista da relação entre crescimento da copa e incremento diamétrico para a espécie (CUNHA *et al.*, 2013), recomenda-se a utilização dos espaçamentos calculados a partir das árvores com copas médias e máximas, pois assim há maior segurança de manter um incremento em diâmetro elevado.

O número de árvores por hectare serve para auxiliar no planejamento de plantios, que pode ser realizado em qualquer espaçamento, desde que haja aplicação de desbaste e este seja guiado pelo regulamento do número de indivíduos por hectare para determinado diâmetro objetivo. Porém, o plantio puro de cedro não é uma prática recomendada devido à alta incidência do ataque da broca (*Hypsipyla grandella* Zell.) (CARVALHO, 2003), que é atraída por componentes orgânicos voláteis contidos nas folhas (ABRAHAM *et al.*, 2014), a recomendação é a realização de plantios mistos, preferencialmente com espécies que tenham substâncias aromáticas, como também a utilização da espécie em projetos agrosilvipastoris.

Assim para o diâmetro objetivo de 30 cm, mesmo que o espaçamento mínimo encontrado seja 2 metros, resultando em 2105 árvores por hectare, esse não é um espaçamento recomendado, devido à elevada propensão ao ataque de pragas, bem como devido a evidência das árvores emergentes analisadas estarem sob possível efeito da competição, portanto, recomenda-se que o número de árvores por hectare ultrapasse o obtido com as medidas de copa médias (para 30 cm seria um espaçamento de 4 metros com 540 árvores por hectare). Pois este é provavelmente o limite para as copas de cedro não se tocarem, recomenda-se também que o espaçamento não seja inferior aos valores mínimos determinados, pois se teria um sub aproveitamento da área.

O número de árvores por hectare também pode ser útil no balizamento para práticas de enriquecimento de floresta em estágio de capoeira. O estudo demonstra uma forma fácil de transferir informações acadêmicas ao pequeno produtor rural, possibilitando o avanço do desenvolvimento florestal na região.

## Conclusões

A análise de regressão entre diâmetro de copa e diâmetro a 1,30 m do solo teve tendência linear, sendo que o modelo que obteve melhor ajuste foi o modelo linear, resultando na equação:  $D_c = -0,7967 + 0,1714DAP$ .

O modelo obteve bom ajuste e permitiu estabelecer limites confiáveis para a densidade para um determinado diâmetro objetivo de *Cedrela fissilis*.

A elevada variação da relação entre copa e diâmetro a altura do peito das árvores emergentes indica que as mesmas podem estar sob efeito de competição.

Recomenda-se que o número de árvores por hectare e o espaçamento utilizado em plantios para um determinado diâmetro objetivo deve estar entre as estimativas realizadas com as árvores de copas médias e máximas.

PEREIRA, L. D.; FLEIG, F. D.; MEYER, E. A.; VUADEN, E.; LANZARIN, K. Canopy measurement for the determination of population density of *Cedrela fissilis*. *Rev. Bras. Biom.*, Lavras, v.35, n.1, p.48-57, 2017.

▪ **ABSTRACT:** *Cedrela fissilis* (Vell.) is potential specie for management in native forests. However, for its proper management, it is necessary to know its behavior in the forest. With this in mind, the aim of this study was obtain information about spacing and number of tree per hectare de *Cedrela fissilis* (Vell.). The following Information was collected: diameter at breast height and insertion of eight rays of crown emerging *C. fissilis*. Five models about crown diameter and diameter at breast height (DBH) were tested and, after choosing one, the bottom and upper line of this relation was drawn. The number of trees per hectare (N) was calculated dividing area of hectare by area of canopy. Regression between crown diameter and DBH presented a good fit and allowed to set limits for reliable density for a given *C. fissilis* diameter. The spacing for obtain *C. fissilis* with 30 cm in diameter must be between 2 and 8 m, for 40 cm in diameter, between 3 and 10, for 50 cm in diameter, between 4 and 11 and, for 60 cm in diameter, between 6 e 13 cm.

▪ **KEYWORDS:** Cedar; spacing; number of trees per hectare.

## Referências

ABRAHAM, J.; OPUNI-FRIMPONG, E.; WEISSBECKER, B.; SCHÜTZ, S., ANGELI, S. Olfactory cues of mahogany trees to female *Hypsipyla robusta*. *Bulletin of Insectology*, v.1, n.1. p.21-30, 2014.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CHASSOT, T. *Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze na Floresta Ombrófila Mista*. 2009. 49 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CONDÉ T. M.; LIMA, M. L. M.; LIMA NETO, E. M.; TONINI, H. Equações morfométricas das espécies Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) e Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. *Ambiente: gestão e desenvolvimento*, Boa Vista, v.4, n.1, p.1-21. 2012.

COSTA, D. H. M.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Crescimento de árvores em uma área de terra firme na Floresta Nacional dos Tapajós após a colheita da madeira. *Revista Ciência Agrária*, Belém, n.50, p.63-76, 2008.

CUNHA, T. A. *Modelagem de incremento de árvores individuais de Cedrela odorata L. na Amazônica*, 2009, 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G., Competição assimétrica e o incremento diamétrico de árvores individuais de *Cedrela odorata* L. na Amazônia ocidental. *Acta amazônica*, v.43, n.1, p.9-18, 2013.

CUNHA, T. A.; CAVALLI, J. P.; FINGER, C. A. G. Relação entre alongamento anual da copa e o incremento diamétrico de árvores singulares de *Cedrela fissilis* (Vell). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.23, n.4, p.703-712, 2013.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J.; DENARDI, L. Morfometria de cabralea canjerana, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.8, n.1, p. 55-66, 1998.

- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J.; DENARDI, L. Modelagem de copa de *Cedrela fissilis* Vellozo, *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.14, n.2, p.79-89, 2004.
- FINGER, C. A. G.; ELEOTÉRIO J. R.; BERGER, R.; SCHNEIDER, P. R. Crescimento diamétrico do pau-ferro (*Astronium balansae*) em reflorestamento no município de São Sepé, RS. *Ciência Florestal*, v.6, n.1, p.101-108, 1996.
- GETZIN, S.; WORBES, M.; WIEGAND T.; WIEGAND, K. Size dominance regulates tree spacing more than competition within height classes in tropical Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, v.27, p.93–102, 2011.
- HEMERY, G. E. *et al.* Applications of the crown diameter-stem diameter relationship for different species of broadleaved trees. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.215, p. 285-294, 2005
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Mapa de Vegetação Brasil*, 2004. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas\\_e\\_Mapas/Mapas\\_Murais/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/). Acesso em: 25 ago. 2009.
- MATTOS, R. B. de. *Produtividade e incremento de Cabralea canjerana (Vell.) Mart., Cedrela fissilis Vell. e Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud., em Floresta Nativa no Rio Grande do Sul*, 2007, 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- McPHERSON, E. G.; PEPPER, P. J. Urban Tree Growth Modeling. *Arboriculture & Urban Forestry*, Champaign, v.38, n.5, p.172–180, 2011.
- MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.11, n.2, p.9-25, 2001.
- R CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing. 2016.
- RÜGER, N; CONDIT, R. Testing metabolic theory with models of tree growth that include light competition. *Functional Ecology*, v.26, p.759–765, 2012.
- ROMAN. M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, M. A. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.19, n.4, p.473-480, 2009.
- TONINI, H; ARCO VERDE, M. F. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.40, n.7, p.633-638, 2005.
- ZANON, M. L. B. *Crescimento da Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze diferenciado por dioiccia*. 2007, 108f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

Recebido em 05.10.2015

Aprovado após revisão em 23.09.2016