

ESTIMATIVA DAS RELAÇÕES INTERDIMENSIONAIS EM POVOAMENTOS HOMOGÊNEOS DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. E *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan

Ademar Novais Istchuk¹; João Alexandre Lopes Dranski²; Ubirajara Contro Malavasi^{3*}; Marlene de Matos Malavasi³

SAP 12225 Data envio: 09/06/2015 Data do aceite: 16/07/2015
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 4, out./dez., p. 401-407, 2016

RESUMO - Avaliações morfométricas de espécies lenhosas são fundamentais para direcionar e adequar práticas silviculturais. O ensaio objetivou estimar relações interdimensionais em árvores de *P. dubium* e *P. rigida* em povoamentos homogêneos plantados em espaçamento de 2 x 1 m com 6 anos utilizando o diâmetro do tronco à 1,3 m (DAP) como variável independente. As mensurações morfométricas incluíram a altura total e do fuste, o DAP, e o diâmetro da projeção da copa com as quais foram calculadas as relações interdimensionais comprimento da copa, proporção de copa, grau de esbeltez, índice de saliência, índice de abrangência, e o formal de copa. A análise dos resultados indicou a possibilidade de utilizar o DAP para estimar o comprimento da copa, grau de esbeltez (Ge) e o índice de saliência (Is) em árvores de *P. rigida*, bem como a área da copa, Ge e Is em árvores de *P. dubium*.

Palavras-chave: angico-vermelho, aspectos silviculturais, canafístula, morfometria.

ESTIMATED INTERDIMENSIONAL RELATIONS IN HOMOGENEOUS STANDS OF Peltophorum dubium (Spreng.) Taub. AND Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan

ABSTRACT - Morphometric measurements of woody species are fundamental to support and adapt silvicultural practices. The essay aimed to estimate interdimensional relationships in 6 years old pure stands of *P. dubium* and *P. rigida* trees planted in a 2 x 1 m spacing using diameter at breast height of 1.3 m (DBH) as an independent variable. The morphometric measurements included the total and the bole height, DBH, and projection of crown diameter with which we calculated crown length, crown proportion, crown projection area, slenderness rate, salience index, range index and crown formal interdimensional relations. Results indicated the possibility of using the DAP to estimate the crown length, slenderness rate (Ge) and salience index (Is) in *P. rigida* trees and crown projection area, Ge and Is in trees of *P. dubium*.

Key words: silvicultural aspects, morphometry.

INTRODUÇÃO

A silvicultura de espécies lenhosas da flora nativa brasileira proposta no Plano Nacional de Silvicultura e Sistemas Agroflorestais (MMA, 2011) justifica o conhecimento da morfometria e das relações interdimensionais (DURLO; DENARDI, 1998) para aprimorar intervenções silviculturais. Este contexto é especialmente importante para a efetiva utilização daquelas espécies em reflorestamentos com interesses econômicos, pois revela as relações ecológicas existentes entre árvores durante o crescimento.

As relações interdimensionais em indivíduos lenhosos permitem antever o espaço útil (ASSMANN, 1970) exigido durante seu desenvolvimento inferindo sobre a estabilidade, vitalidade e produtividade para várias finalidades como a estimativa de volumes de madeira e de

biomassa, a modelagem do crescimento, e a escolha de procedimentos silviculturais. Diante do emprego das relações interdimensionais torna-se possível construir importantes ferramentas de prognose para a condução de povoamentos florestais (SELLE, 2009).

Na literatura existem relatos da tendência do aumento no diâmetro da copa, na proporção de copa e na diminuição do grau de esbeltez com o crescimento em diâmetro como observado por Tonini e Arco-Verde (2005) em *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., *Tabebuia avellanadae* Lor ex Griseb. e *Hymenaea courbaril* L. em plantios homogêneos no estado de Roraima. Nutto et al. (2001) e Glufke e Finger (1997) utilizaram a morfologia da copa para avaliar o espaço necessário para obter um crescimento em diâmetro desejado em povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm. Estudos morfométricos

¹Engenheiro Agrônomo. E-mail: ademar_istchuk@hotmail.com

²Pós-doutorando, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. E-mail: joaodranski@yahoo.com.br

³Dra., Professora da UNIOESTE. E-mail: marlenemalavasi@yahoo.com.br

³Dr., Professor da UNIOESTE. E-mail: biramalavasi@yahoo.com.br *Autor para correspondência

demonstraram que a competição exercida pelas demais árvores num povoamento promoveu a redução no comprimento da copa, como também evitou a expansão lateral dos galhos diminuindo a área de projeção de copa. Em decorrência desses fatores, árvores dominantes com copas estreitas são aquelas de maior eficiência na produção de lenho (PADOIN; FINGER, 2010).

Contudo, mensurar todos os parâmetros morfométricos de árvores a campo torna-se inviável. Logo, a estimativa de relações interdimensionais utilizando uma variável de fácil obtenção, que exonerar dependência com a variável de interesse torna-se necessária (FEY et al., 2014).

Peltophorum dubium (Spreng.) Taub., conhecida como canafístula, é descrita como espécie caducifólia podendo atingir 40 m de altura e 300 cm de DAP na idade adulta (CARVALHO, 2003) com ocorrência natural do litoral da Paraíba até o noroeste do Rio Grande do Sul. A madeira da canafístula é empregada na construção civil, marcenaria, carroceria, serviços de torno. A espécie é recomendada para o paisagismo e a revegetação de áreas degradadas devido a sua rusticidade e rápido crescimento (LORENZI, 1998; SCHUMACHER et al., 2005).

Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan, popularmente denominada de angico vermelho ou simplesmente angico, é uma árvore alta, decidual, com altura entre 20 e 35 m quando adulta, formando copa corimbiforme. A madeira do angico é pesada, elástica e bastante durável, própria para construções rurais e carpintaria (CARVALHO, 2003). O plantio da espécie é recomendado para reflorestamentos mistos em áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1998) e está listada como em perigo de extinção (SIQUEIRA; NOGUEIRA, 1992).

O ensaio objetivou utilizar o diâmetro à altura do peito como variável independente na estimativa das relações interdimensionais em dois povoamentos homogêneos de *P. dubium* e *P. rigida*.

MATERIAL E MÉTODOS

Povoamentos homogêneos de cada uma das espécies foram implantados em área de domínio ciliar na região oeste do estado do Paraná em outubro de 2005 (LANG JUNIOR, 2007) com 144 mudas distribuídas em três blocos de 48 mudas cada. As mudas foram produzidas em tubetes de 120 cm³ preenchidos com substrato comercial e adição de fertilizante de disponibilidade lenta e plantadas em espaçamento de 2 x 1 m para a formação de cortinas quebra-vento (NIELSEN, 2005).

A área apresenta coordenadas geográficas de 24° 31' 40" S e 54° 01' 36" O e altitude de 420 m com clima segundo a classificação de Köppen caracterizado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) com verões quentes, com tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida, e com poucas geadas. A temperatura média dos meses mais quentes é superior a 22 °C, enquanto a temperatura média nos meses mais frios em torno de 18 °C, apresentando uma precipitação média anual de 1.840 mm (INMET, 2011).

A área apresenta topografia plana e bem drenada com solo predominante classificado (EMBRAPA, 2006) como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (Lve) anteriormente utilizada para a exploração da bovinocultura de leite.

Os povoamentos receberam periodicamente controle mecânico de plantas oportunistas com roçadeira costal para reduzir a interferência no crescimento, assim como facilitar o acesso e as mensurações.

As mensurações incluíram altura total (H), altura do fuste (Hf) até a inserção do primeiro galho vivo, diâmetro à altura do peito (DAP), e o diâmetro da copa (Dc) resultante da média aritmética entre as medidas no sentido norte-sul e leste-oeste da projeção vertical da copa na superfície do solo. As variáveis morfométricas foram mensuradas trimestralmente de dezembro de 2010 a dezembro de 2011, totalizaram quatro avaliações morfométricas em 51 indivíduos de *P. rigida* e 39 indivíduos de *P. dubium* que apresentassem circundadas por quatro árvores vivas da mesma espécie, totalizando 204 mensurações em indivíduos de *P. rigida* e 156 em indivíduos de *P. dubium*.

As relações interdimensionais calculadas consistiram do comprimento da copa (Cc) calculado por $[H-Hf]$, proporção de copa (Pc) calculado por $[Cc/H*100]$, grau de esbeltez (Ge) calculado por $[H/DAP]$, e dos índices de saliência (Is) calculado por $[Dc/DAP]$, de abrangência (Ia) calculado por $[Dc/H]$, e o formal de copa (Fc) calculado por $[Dc/Cc]$ de acordo com Durlo e Denardi (1998).

As relações interdimensionais em cada espécie foram submetidas à análise de regressão com o DAP como variável independente. Os modelos de regressão utilizados incluíram o linear, quadrático, polinomial inverso de primeira ordem, raiz quadrada, potencial, exponencial, logarítmico neperiano, e log-recíproco com uso do Sigmaplot 12.0.

A escolha da regressão mais apropriada para descrição dos dados considerou o nível de significância do teste F, o coeficiente de determinação (R^2), o erro padrão da estimativa, e os pressupostos da análise de erros, compreendendo a análise de variância constante do erro da estimativa obtido pela correlação de Spearman entre os valores absolutos dos erros com os valores observados da variável dependente, e o teste de normalidade de distribuição dos erros da estimativa pelo teste de Shapiro-Wilk. Este último foi considerado decisivo para a utilização, ou não, do modelo visto que a ausência de normalidade de distribuição dos resíduos sugere que os resultados do modelo tendem a super ou subestimar os valores computados (CAMPOS, 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Plantas de *P. rigida* evidenciam uma amplitude de 8,39 cm no diâmetro à altura do peito (DAP) e de 9,17 m na altura (H) resultando em coeficientes de variação (CV) acima de 29% (Tabela 1). Em plantas de *P. dubium* as amplitudes foram de 10,6 cm e 6,72 m, respectivamente com CV acima de 22%. A variação calculada é indicativa de competição amplificando a diferença entre árvores

dominantes e dominadas de acordo com a posição sociológica relativa (LAMPRECHT, 1962, 1964). Corroborando com o exposto, os resultados médios do DAP e Ac para ambas as espécies estão acima do

espaçamento e área vital utilizada no plantio (2 m²), fazendo com que as árvores invistam no crescimento de novos galhos, resultando consequentemente no aumento da altura e na proporção da copa.

TABELA 1. Valores das variáveis morfométricas, relações interdimensionais e respectivos coeficientes de variação em *Parapiptadenia rigida* e *Peltophorum dubium* aos 72 meses após o plantio.

Variável	<i>Parapiptadenia rigida</i> (n = 204)			
	Valor mín.	Média	Valor máx.	CV (%)
DAP (cm)	0,48	4,16	8,87	37,13
H (m)	1,70	6,34	10,87	31,12
Dc (m)	0,65	2,70	4,75	29,43
Cc	0,45	3,94	8,80	44,80
Pc (%)	11,60	61,10	92,60	27,50
Ge	0,33	1,70	4,00	34,10
Is	0,33	0,74	2,52	45,60
Ia	0,17	0,46	2,13	42,80
Fc	0,26	0,87	5,11	45,95

Variável	<i>Peltophorum dubium</i> (n = 156)			
	Valor mín.	Média	Valor máx.	CV (%)
DAP (cm)	1,60	3,71	12,20	42,33
H (m)	2,13	4,46	8,85	33,90
Dc (m)	1,00	2,37	4,80	28,57
Cc	0,60	2,86	7,45	42,30
Pc (%)	21,10	64,10	93,70	23,90
Ge	0,66	1,25	2,69	22,55
Is	0,35	0,68	1,55	30,70
Ia	0,25	0,56	1,05	29,55
Fc	0,35	0,93	3,00	38,70

Em que: DAP: diâmetro à altura do peito; H: altura; Dc: diâmetro da copa; Cc: comprimento da copa; Pc: proporção de copa; Ge: grau de esbeltez; Is: índice de saliência; Ia: índice de abrangência; Fc: formal de copa.

O comprimento da copa (Cc) em indivíduos de angico variou de 0,45 a 8,8 m, enquanto que em indivíduos de canafístula variou de 0,6 a 7,45 m, enquanto o diâmetro de copa (Dc) também apresentou grande amplitude com valores médios de 2,7 e 4,8 em indivíduos de angico e canafístula, respectivamente. Durlo e Denardi (1998) encontraram uma média de 4,3 m para Dc em árvores de *Cabralea canjerana* (Well.) Mart com altura total média de 12,8 m.

O valor médio da proporção de copa (Pc) calculada com mensurações realizadas em indivíduos de angico e canafístula externou valores de 61,1% e 64,1%, respectivamente. Essa relação é indicadora da vitalidade do indivíduo, pois relaciona-se positivamente com a produtividade (DURLO; DENARDI, 1998). O valor de Pc variou de 11,6% a 92,6% em angico, e de 21,1% a 93,7% em canafístula. Esta amplitude é resultado dos diferentes graus de competição em que as árvores estão submetidas devido ao espaçamento de plantio.

Orellana e Koehler (2008) encontraram o valor médio de Pc de 55,2% para *Ocotea odorífera* (Vellozo) Rohwer em um remanescente bem conservado da Floresta Ombrófila Mista, no município de Fazenda Rio Grande, estado do Paraná. A amplitude dos valores de Pc reportada pelos autores retro mencionados (30% a 69,23%) é reduzida em comparação com aquelas calculadas neste ensaio indicando maior variabilidade na vitalidade de angico e canafístula em plantios puros, provavelmente devido à inexistência de competição intra-específica.

O grau de esbeltez (Ge) variou de 0,34 a 4,0 em indivíduos de angico e de 0,66 a 2,69 em canafístula. Quanto maior o valor de Ge mais instável é a árvore (ROMAN et al., 2009). Os indivíduos que apresentaram os maiores valores são os que se encontravam em alto grau de competição resultando em copas suprimidas. Segundo Tonini e Arco-Verde (2005), valores de Ge maiores do que um (1) podem indicar a necessidade de desbaste, pois o crescimento em diâmetro é reduzido em relação à altura. Estes valores altos de Ge podem indicar ainda a

necessidade de aumento da área vital para cada planta, ou a retirada de alguma vegetação adjacente que venha a estar influenciando no desenvolvimento dos indivíduos (ROMAN et al., 2009).

O índice de abrangência (Ia), resultado da relação entre o diâmetro de copa e a altura total da árvore apresentou um valor médio de 0,46 em angico e 0,56 em canafístula. Mattos (2007) encontrou um valor médio de Ia de 0,26 em *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. na floresta nativa no Rio Grande do Sul. Este índice pode também indicar necessidade de interferência silvicultural caso exista uma alta correlação entre as variáveis (DURLO; DENARDI, 1998). Se considerarmos, que esse fator não irá variar em relação à altura, podemos utilizar o Ia para calcular o número de árvores de determinada altura por hectare, para reduzir a competição intra-específica.

Analisando o índice de saliência (Is), percebe-se que indivíduos de angico apresentaram um diâmetro de copa aproximadamente 74 vezes maior que o DAP, enquanto que em canafístula aquele índice foi de 68 vezes maior. Essa informação pode ser utilizada como indicadora do “espaço vital” (FINGER, 1992) necessário de cada árvore em função do DAP.

O coeficiente de variação do formal de copa (Fc) em indivíduos de ambas as espécies pode ser interpretado que nesses povoamentos existem tanto árvores com copas esbeltas (baixo Fc) quanto arredondadas (alto Fc). Os

valores médios de Fc em indivíduos de angico e canafístula foram de 0,87 e 0,93, respectivamente. Mattos (2003, 2007) encontrou valor médio de 0,63 em estudo com *C. trichotoma* no interior de uma floresta secundária no Rio Grande do Sul. Durlo e Denardi (1998) obtiveram Fc médio de 0,74 em *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart também em floresta secundária no Rio Grande do Sul, enquanto Orellana e Koehler (2008) encontraram valor médio de 1,3 em *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwe na Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

Devido à inexistência de normalidade na distribuição dos resíduos ($p > 0,05$) a obtenção de modelos com a variável Dc e relações interdimensionais Pc, Ia e Fc em indivíduos de *P. rigida* não se mostraram dependentes do DAP, impossibilitando uma inferência segura com aquelas variáveis e relações interdimensionais. Em indivíduos de *P. dubium*, o mesmo ocorreu com as variáveis H, Dc e Cc e com as relações Pc, Ia e Fc.

O resultado das regressões (Tabela 2) que satisfazem os pressupostos da análise de regressão resultou em ajustes potenciais em indivíduos de *P. rigida* na estimativa da altura, do comprimento de copa, exponencial negativo para o grau de esbeltez e o polinômio inverso de primeira ordem para o índice de saliência. Em indivíduos de *P. dubium*, os ajustes foram o linear na estimativa da área de copa e inversa de primeira ordem para o grau de esbeltez e o índice de saliência, respectivamente.

TABELA 2. Equações, significância do teste F (Sig. F), coeficiente de determinação (R^2), erro padrão da estimativa (S_{yx}), significância do teste de Shapiro – Wilk (P valor W), e significância da correlação de Spearman (P valor $\sigma^2\epsilon$) em indivíduos de *Parapiptadenia rigida* e *Peltophorum dubium*.

Variável	Equação	Sig. F	R^2	S_{yx}	P valor W	P valor $\sigma^2\epsilon$
<i>Parapiptadenia rigida</i>						
H	$\hat{Y} = 3,12*(DAP)^{0,51}$	0,0001	0,48	1,44	0,0006	0,0116
Cc	$\hat{Y} = 1,97*(DAP)^{0,50}$	0,0001	0,22	1,56	0,7050	0,0001
Ge	$\hat{Y} = 1,04 + 2,65*\exp(-0,39*DAP)$	0,0001	0,54	38,65	0,0096	0,0001
Is	$\hat{Y} = 0,44 + (0,93/DAP)$	0,0001	0,62	19,91	0,0001	0,0001
<i>Peltophorum dubium</i>						
Ac	$\hat{Y} = 0,25 + 1,22*DAP$	0,0001	0,47	2,03	0,0003	0,0406
Ge	$\hat{Y} = 0,91 + (1,09/DAP)$	0,0001	0,16	0,26	0,0001	0,3511
Is	$\hat{Y} = 0,29 + (1,30/DAP)$	0,0001	0,39	0,18	0,1739	0,0001

Em que: H: altura; Cc: comprimento da copa; Ge: grau de esbeltez; Is: índice de saliência; Ac: área da copa.

A relação entre a altura total e o DAP geralmente apresenta boa correlação como reportado por Roman et al. (2009) com *C. trichotoma*. Porém neste ensaio, aquela relação só foi significativa em *P. rigida* (Figura 1A) demonstrando que a altura total das árvores aumentou com o aumento do diâmetro, seguindo uma tendência potencial (SCOLFORO, 1998) com alto valor do coeficiente de determinação (ROSSI et al., 2011). A relação entre H e DAP caracteriza-se pelo uso de pares de valores obtidos de diâmetros e respectivas alturas a qual é empregada para estimar as alturas das demais árvores em função de seus diâmetros, variando conforme a estabilidade morfométrica da espécie. Sanquetta et al. (2013) reportaram uma relação

entre H e DAP mais forte ($R^2 = 0,68$) e erro padrão da estimativa de 12,41% em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze do que em espécies folhosas ($R^2 = 0,41$, e erro padrão da estimativa de 18,64%) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na região centro-sul do Estado do Paraná.

O comprimento da copa em *P. rigida* apresentou correlação positiva com o diâmetro (Figura 1B), ou seja, um aumento do diâmetro corresponde a um aumento no comprimento da copa. Analisando esse resultado, é possível inferir que o crescimento apical apresentou uma velocidade maior que a mortalidade dos ramos na base da copa.

Em indivíduos de *P. rigida* (Figura 1C), o valor de Ge apresentou uma correlação negativa com o DAP. O grau de esbeltez é uma relação entre altura total e diâmetro do tronco a 1,3 m da superfície do solo, ou seja, à medida que as árvores crescem, esse valor diminui indicando que

proporcionalmente existe um maior aumento no diâmetro de que na altura. Esta relação pode ser utilizada para indicar a instabilidade da árvore contra ventos ou como referência para desbastes (COSTA, 2011).

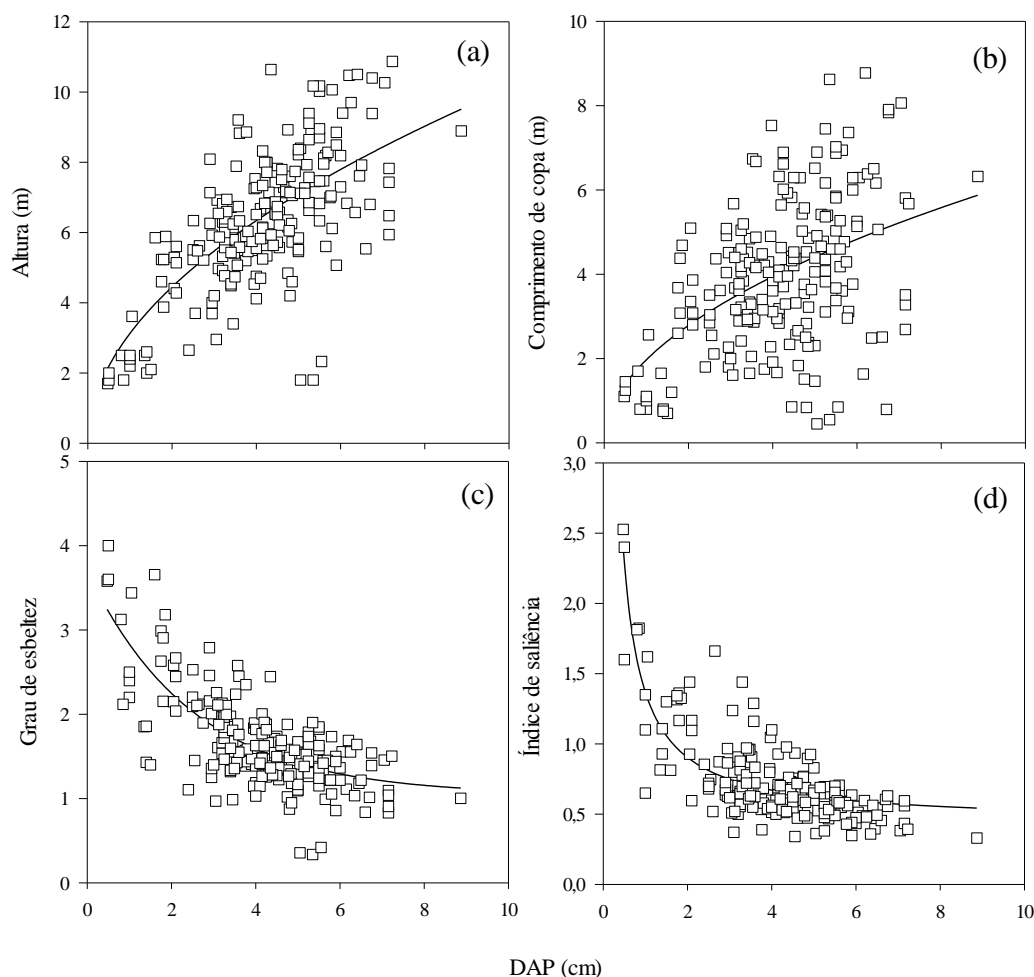


FIGURA 1 - Relação entre características morfométricas e o diâmetro à altura do peito (DAP) em indivíduos de *Parapiptadenia rigida*. a: altura; b: comprimento de copa; c: grau de esbeltez; d: índice de saliência.

A tendência de um aumento nos valores de Dc e Pc e de diminuição do Ge com o crescimento diamétrico foi também reportada por Tonini e Arco-Verde (2005) em indivíduos de *Bertholletia excelsa* Bonpl., *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb. e *Hymenaea courbaril* L. em plantios homogêneos no estado de Roraima e por Durlo (1996) e Einspieler (2002) em *Cedrela fissilis* Vell., *C. trichotoma* e *Cabralea canjerana* no Sul do Brasil.

Da mesma forma que Ge, o índice de saliência (Figura 1D) também apresentou uma correlação negativa com o DAP em indivíduos de *P. rigida*. Neste caso, esse dado apontou que essas plantas apresentaram um maior aumento em diâmetro do caule (cm) do que em diâmetro de copa (m).

As relações interdimensionais estimadas com o valor do DAP que apresentaram normalidade no teste de Shapiro-Wilk em indivíduos de *P. dubium* foram: área de copa, grau de esbeltez e índice de saliência (Figura 2).

A área da copa apresentou uma correlação positiva com o DAP em indivíduos de *P. dubium* (Figura

2A), sugerindo que a área de copa aumentou com o aumento do diâmetro do tronco, seguindo uma tendência linear com um coeficiente de determinação relativamente alto (COHEN, 1988), se comparado às demais variáveis para a mesma espécie.

Da mesma forma que no povoamento de *P. rigida*, o valor de Ge em indivíduos de *P. dubium* mostrou-se correlacionado de forma negativa, porém menor (Figura 2B). Essa correlação indica que a cada metro que as plantas de *P. dubium* crescem em altura, elas crescem mais do que um centímetro em DAP, tornando-se mais robustas e estáveis (DURLO, 2001).

A correlação entre o valor do Ia e o DAP em indivíduos de *P. dubium* apresentou uma tendência polinomial inversa de primeira ordem (Figura 2C), porém, com um coeficiente de correlação menor do que o encontrado em indivíduos de *P. rigida*.

Os modelos ajustados que estimam as variáveis e as relações interdimensionais em indivíduos de *P. rigida* e *P. dubium* (Tabela 2) usando o DAP como variável

independente revelaram valores máximos do coeficiente de determinação respectivamente de 62% para o índice de saliência e 47% para a área de copa, o qual indica a

porcentagem da variação total comum aos pares analisados.

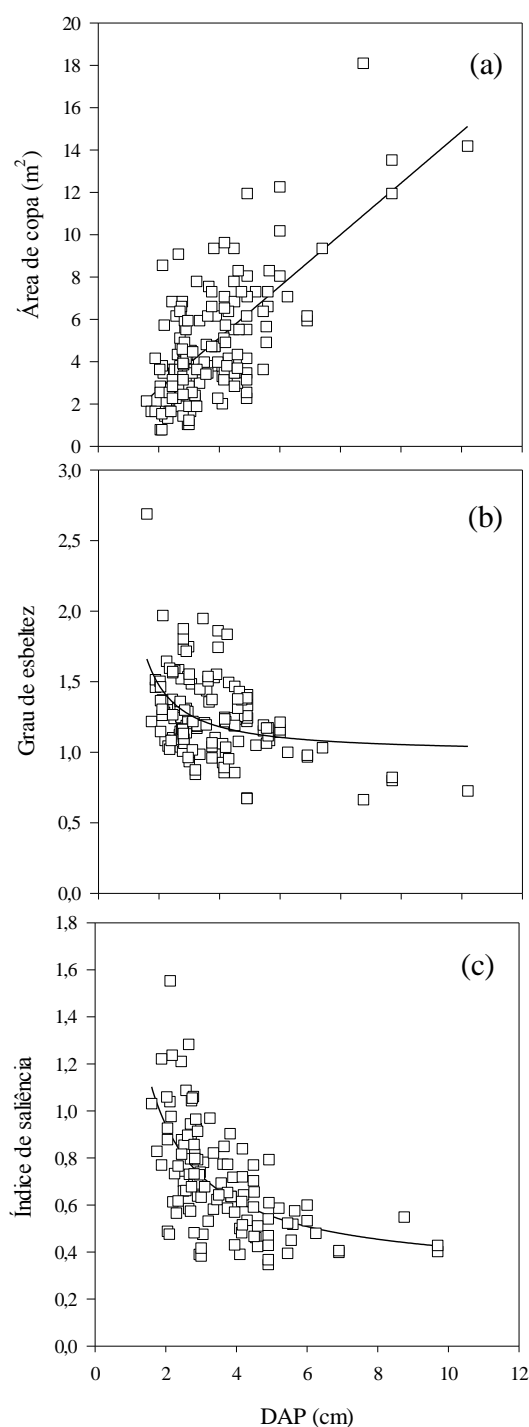


FIGURA 2 - Relações interdimensionais em função do diâmetro à altura do peito (DAP) em indivíduos de *Peltophorum dubium*. a: área de copa; b: grau de esbeltez; c: índice de saliência.

CONCLUSÕES

A utilização do DAP possibilitou estimar o comprimento da copa (Cc), o grau de esbeltez (Ge) e o índice de saliência (Is) em árvores de *P. rigida*, bem como a área da copa (Ac), Ge e Is em árvores de *P. dubium*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands. Oxford: Pergamon Press, 1970. 506p.
- CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4.ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística - ESALQ, 1983. 349p.

- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039p. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras).
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988. 567p.
- COSTA, E.A. **Influência de variáveis dendrométricas e morfométricas da copa no incremento periódico de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**. 2011. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- DURLO, M.A. **Zuwachsuntersuchungen und Einzelbaumwachstumsmodelle für *Cabralea glaberrima*, *Cedrela fissilis* und *Cordia trichotoma* in sekundären Laubmischwäldern Südbraziens**. 1996. 175p. Dissertation (Doktorgrades) - Institut für Waldwachstumsforschung, Wien, 1996.
- DURLO, M.A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. **Ciência Florestal**, v.11, p.141-149, 2001.
- DURLO, M.A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.8, p.55-56, 1998.
- EINSPIELER, H. **Waldwachstumskundliche untersuchungen von *Cabralea canjerana*, *Cedrela fissilis* und *Cordia trichotoma* in sekundären laubmischwäldern im zentralen Rio Grande do Sul, Brasilien**. 2002. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, Wien, 2002.
- EMPRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FEY, R.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SCHULZ, D.G.; DRANSKI, J.A.L. Relações interdimensionais e produtividade de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) em sistema silvipastoril. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.613-624, 2014.
- FINGER, C.A.G. **Fundamentos da biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM 1992. 269p.
- GLUFKE, C.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R. Crescimento de *Pinus elliottii*. Engel. em distintas intensidades de desbastes. **Ciência Florestal**, v.7, n.1, p.11-25, 1997.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Online. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=http://www.inmet.gov.br/html/clima/graficos/index4.html>>. Acesso em: 20 abr. 2014.
- LANG JUNIOR, M. **Ação de fertilizantes de pronta e lenta disponibilidade na formação de mudas e crescimento inicial de *Peltophorum dubium* Spreng. Taub e *Parapiptadenia rigida* Vell.** 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2007.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos metodos para el analisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, v.13, n.2, p.57-65, 1962.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística del parte sur-oriental del bosque universitario " El Caimital " Estado Baridas. **Revista Forestal Venezolana**, v.7, n.10-11, p.77-119. 1964.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.2. 1998. 352p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - M.M.A. **O estado das florestas**. Online. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 15 mar. 2011.
- MATTOS, R.B. **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. 105f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- MATTOS, R.B. Possibilidade de ganho de fuste em espécies euxilóforas nativas da Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.13, n.2, p.111-120. 2003.
- NIELSEN, C.N. Forest management for improved wind stability. In: **Adaptive physiology and tree management**. Samfundslitteratur Life Sciences, Thorvaldsensvej Denmark, 2005.
- NUTTO, L.; TONINI, H.; BORSOI, G.A.; MOSKOVICH, F.A.; SPATHELF, P. Utilização dos parâmetros da copa para avaliar o espaço vital em povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.42, p.110-122. 2001.
- ORELLANA, E.; KOEHLER, A.B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v.6, n.2, p.229-237, 2008.
- PADOIN, V.; FINGER, C.A.G. Relações entre as dimensões da copa e a altura das árvores dominantes em povoamentos de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v.20, n.1, p.95-105. 2010.
- ROMAN, M.; BRESSAN, D.A.; DURLO, M.A. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. **Ciência Florestal**, v.19, n.4, p.473-480. 2009.
- ROSSI, A.S.; DRESCHER, R.; PELISSARI, A.L.; LANSSANOVA, L.R. Relação hipsométrica e crescimento de *Tectona grandis* L.f. no município de Monte Dourado, Pará. **Scientia Forestalis**, v.39, n.91, p.301-307. 2011.
- SANQUETTA, C.R.; CORTE, A.P.D.; ROGLIN, A.; PIMENTEL, A. Relações diâmetro-altura para espécies lenhosas em um fragmento de floresta Ombrófila Mista no Sul do Paraná. **Iheringia**, v.68, n.1, p.103-114. 2013.
- SCHUMACHER, M.V.; CALIL, F.N.; VOGEL, H.L.M. **Silvicultura aplicada**. Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Florais, Santa Maria, 2005.
- SCOLFORO, J.R.S. Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas. v.1. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 443p.
- SELLE, G.L. **Guias de densidade e índices de sítios para *Hovenia dulcis* Thunberg na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2009. 97p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- SIQUEIRA, A.C.M.F.; NOGUEIRA, J.C.B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.1187. Publicado na Revista do Instituto Florestal, v.4, parte 4, edição especial. 1992.
- 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.