

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELISABETE VUADEN

MORFOMETRIA E INCREMENTO DE *Cordia Trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex
Steud. LIVRE DE COMPETIÇÃO

CURITIBA
2015

ELISABETE VUADEN

MORFOMETRIA E INCREMENTO DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex
Steud. LIVRE DE COMPETIÇÃO

Trabalho apresentado como requisito parcial
à obtenção do título de Especialista em
Gestão Florestal, do curso de Pós-
Graduação em Gestão Florestal
Departamento de Economia Rural e
Extensão, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Carlos Roberto Sanquetta

CURITIBA
2015

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas bênçãos e proteções.

À Universidade Federal do Paraná e ao Curso de Pós-graduação em Gestão Florestal.

Ao Prof. Carlos Roberto Sanquetta, pela orientação e pelas sugestões feitas durante a realização do trabalho.

À Eng. Florestal Ana Cláudia da Silveira, pelo apoio e auxílio na coleta e dos dados.

A todos que contribuíram de uma forma ou de outra para que eu concluísse esse trabalho!

Muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar as características dendrométricas, morfométricas e o incremento de *Cordia trichotoma* livre de competição em dois locais. O local de estudo 1, está localizado na região Central do estado do Rio Grande do Sul, nos municípios de Santa Maria e Silveira Martins e o local de estudo 2 situa-se no sudoeste do estado do Paraná, no município de Salto do Lontra. Foram selecionadas árvores livres de competição, por um processo inteiramente aleatório, considerando diâmetro à altura do peito (dap) mínimo de 5 cm e a partir de cada árvore individual foram medidas as suas variáveis dendrométricas, morfométricas, e coletado material para medição de seus incrementos. Os dados de incremento referente aos 4 anos foram obtidos pela análise de duas baguetas, coletados com a utilização do trado de Pressler. *Cordia trichotoma* apresentou algumas características dimensionais semelhantes em ambos locais, como diâmetro à altura do peito, altura de início da copa, altura comercial e índice de abrangência. No entanto, verifica-se que, no local 2 os louros são mais altos, e com copas maiores, tanto em comprimento de copa como também diâmetro de copa. O modelo que descreve a relação entre diâmetro de copa e o diâmetro à altura do peito entre os louros livres nos dois locais diferiram em inclinação, sendo necessária a utilização de modelos distintos para descrevê-la. Verificou-se que os louros estudados no PR apresentaram incrementos periódicos anuais em diâmetro e área basal semelhantes aos estudados no RS, não diferindo estatisticamente. O modelo sem intercepto $IPAg = 1,3392 \cdot dap$ foi selecionado para estimativa do incremento periódico anual em área basal dos louros livres de competição nos dois locais. Pode ser utilizado um único modelo para descrever a relação entre o incremento periódico anual em área basal e o diâmetro à altura do peito dos louros nos dois locais, pois houve semelhança de tendência do incremento em função do diâmetro.

Palavras-chave: Modelo. Análise de tronco. Diâmetro.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate and compare the dendrometric and morphometric traits and the growth of *Cordia trichotoma* grown without competition in two places. The one study is located in the Rio Grande State Central region of the South, in the cities of Santa Maria and Silveira Martins and study two site is located in the southwestern state of Paraná, in Salto do Lontra city. From an entirely random process, trees free from competition were select considering diameter at breast height (dbh) minimum of 5 cm and from each individual tree dendrometric and morphometric variables were measured and collected material for the measurement of its increments. Four years of evaluation on wood growth increase were obtained by analysis of two increment cores collected using the Pressler borer. The *Cordia trichotoma* showed similar dimensional traits, such as dbh, cup height, commercial height and breadth index were similar in both places. Although, the louros at the place two were higher showing bigger canopy, both in length as well as crown diameter. The model describing the relationship between crown diameter and diameter at breast height between trees at the two sites differed in inclination, requiring the use of different models to describe it. It was noticed that the louros studies in the Parana showed annual periodic increments in diameter and basal area similar those studied in the Rio Grande do Sul, did not differ statistically. The model without intercept $IPAg = 1.3392 \text{ dbh}$ was selected to estimate the annual periodic increment in basal area of free louros competition in both locations. It can be used a single model to describe the relationship between the annual periodic increment in basal area and diameter at breast height of louros in both locations, since there were similar trend of increased depending on the diameter.

Key words: Model. Stem analysis. Diameter.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – DISPERSÃO DOS VALORES OBSERVADOS DAS CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DO LOURO-PARDO LIVRE DE COMPETIÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (LOCAL 1) E PARANÁ (LOCAL 2).....	23
FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES OBSERVADOS E ESTIMADOS DE DIÂMETRO DE COPA PARA <i>Cordia trichotoma</i> LIVRE DE COMPETIÇÃO NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL (LOCAL 1) E PARANÁ (LOCAL 2).	24
FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES OBSERVADOS E ESTIMADOS (A) E DOS RESÍDUOS (B) DO MODELO $IPAG = 1,3392 \cdot DAP$ PARA <i>Cordia trichotoma</i> LIVRE DE COMPETIÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (LOCAL 1) E PARANÁ (LOCAL 2).....	29

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA JUNTAMENTE COM OS VALORES MÉDIOS, MÍNIMOS E MÁXIMOS DAS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS E MORFOMÉTRICAS DE <i>Cordia trichotoma</i> LIVRES DE COMPETIÇÃO.....	19
TABELA 2 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA DO MODELO $DC = B_1 \cdot DAP$ PARA LOURO-PARDO LIVRE DE COMPETIÇÃO EM FUNÇÃO DO LOCAL.....	25
TABELA 3 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA JUNTAMENTE COM OS VALORES MÉDIOS, MÍNIMOS E MÁXIMOS DE INCREMENTO DE <i>Cordia trichotoma</i> LIVRES DE COMPETIÇÃO.....	26
TABELA 4 – REGRESSÃO PELO PROCEDIMENTO STEPWISE PARA DESCREVER O INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL DOS LOUROS LIVRES.	28
TABELA 5 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA DO MODELO $IPAG = B_1 \cdot DAP$ PARA LOURO-PARDO LIVRE DE COMPETIÇÃO EM FUNÇÃO DO LOCAL.. ..	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1 LOCAL DE ESTUDO	13
3.1.1 Local 1	13
3.1.2 Local 2	14
3.2 COLETA DE DADOS	14
3.2.1 Variáveis Dendrométricas	15
3.2.2 Variáveis Morfométricas	15
3.2.3 Avaliação do Incremento	16
3.3 ANÁLISE DOS DADOS	17
3.3.1 Análise de Variância	17
3.3.2 Análise de Regressão Múltipla	17
3.3.3 Análise de Covariância	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E MORFOMÉTRICAS	19
4.2 RELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO DE COPA E DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO	24
4.3 INCREMENTO	26
5 CONCLUSÕES	31
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

O manejo florestal pode ser considerado a principal atividade econômica que possibilita a manutenção da cobertura florestal natural, visto que, o estímulo ao interesse pela floresta é fator determinante para inibição de usos da terra que impliquem negativamente sobre ela (Braz et al. 2008), como também, em se tratando de pequenas propriedades, deixem de ser vistas como empecilho para as demais atividades.

No entanto, alguns fatores desestimularam a atividade florestal produtiva, principalmente no Sul do Brasil, como por exemplo a legislação ambiental bastante rígida com intuito de proteger as florestas naturais, longo tempo necessário para que as espécies nativas alcancem elevadas dimensões de corte associado ao desconhecimento, muitas vezes, sobre seu adequado manejo, fazendo com que o foco produtivo ficasse voltado às espécies exóticas de rápido crescimento, como pinus e eucalipto.

Neste contexto, é interessante pensar que o reflorestamento e/ou manejo de florestas nativas pode ser uma importante alternativa econômica, quando realizado adequadamente, visto que as florestas do sul do Brasil abrangem numerosas espécies de alto valor comercial, de ampla utilização e rápido crescimento, destacando entre estas o louro-pardo.

O louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud.) é sem dúvida uma das espécies mais promissoras e com maiores possibilidades para ser empregada no reflorestamento com espécies nativas (REITZ et al., 1983). A madeira desta espécie é apreciada nos mercados interno e externo, devido à facilidade de produzir peças envergadas e aos excelentes atributos estéticos e decorativos. É utilizada ainda na fabricação de móveis de luxo, lâminas fraqueadas e lambris, e na construção civil (CARVALHO, 2003). Além da madeira ser de primeira qualidade, o louro-pardo apresenta reprodução bastante fácil e crescimento rápido, portanto, é ideal para o plantio como espécie madeireira que, após 20 anos, já pode ser serrada (BACKES; IRGANG, 2002).

Ao pensar no manejo sustentável e formulação de modelos que visem aumentar a produtividade das florestas sem afetar negativamente o

ecossistema, são necessários conhecimentos sobre morfometria, ritmo de crescimento das árvores e os fatores que o influenciam.

A morfometria de uma árvore e as variáveis daí derivadas são usadas para representar suas relações interdimensionais, reconstituir o espaço ocupado por cada árvore, julgar o grau de concorrência de um povoamento e permitem com isso, inferências sobre a estabilidade, a vitalidade e a produtividade de cada indivíduo. As formas e dimensões das árvores e sua modificação com o tempo são variáveis importantes, devido a possibilidade de fazer modelos matemático/estatísticos de concorrência e de crescimento a partir destes dados (HASENAUER, 1994).

O crescimento da árvore é o resultado da modificação e acréscimo das diversas variáveis dendrométricas: diâmetro à altura do peito, altura total, altura da base da copa, perfil do tronco, volume total e parcial, etc, podendo ser expresso para árvores individuais ou povoamentos (SCOLFORO, 1994).

Uma das formas de se determinar o incremento e crescimento das árvores é pela análise de tronco, onde são realizadas a contagem e medição dos seus anéis de crescimento. A análise de tronco, segundo Finger (1992), pode ser completa ou parcial. No primeiro caso, a árvore é abatida e é retirado dela um determinado número de fatias ao longo do tronco. Quando a árvore não for abatida, sendo dela retirado apenas um rolo de incremento pela técnica da verrumagem, tratar-se-á da análise de tronco parcial.

Para o manejo sustentável de florestas, informações referentes ao ritmo de crescimento de uma espécie florestal livre de concorrência são de suma importância, pois estas servirão como balizas decisivas para as intervenções silviculturais, quando essas árvores estiverem crescendo em florestas (DURLO et al. 2004). Quando uma árvore cresce de forma isolada (solitária), não recebendo nenhum tipo de concorrência, seja aérea (pela luz) ou subterrânea (pelos nutrientes e água), esta pode ser considerada livre de concorrência.

As intervenções no povoamento, visando a melhoria do incremento dos indivíduos de maior valor, não podem dispensar o conhecimento das exigências de espaço vital das diferentes espécies, no decorrer do tempo. Cabe destacar que, algumas espécies as copas apresentam formas estreitas e alongadas, bem esbeltas, ocupando pequenas áreas de projeção horizontal,

enquanto outras, curtas, no entanto, recobrando áreas maiores, sendo que essas formas podem sofrer modificações com o passar do tempo (DURLO et al. 2004).

Sendo assim, por ser uma espécie nativa de alto potencial de utilização, de grande importância econômica, o estudo das características dimensionais, forma e o incremento de árvores individuais de *Cordia trichotoma* em condições ótimas de crescimento (livres de competição) são de suma importância, pois fornecerá informações sobre o potencial e as exigências desta espécie, gerando informações que auxiliarão no manejo da mesma quando estiver submetida à competição (florestas naturais ou em plantios florestais).

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar e comparar as características dendrométricas, morfométricas e o incremento de *Cordia trichotoma* livre de competição em dois locais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Avaliar, relacionar e comparar as características dendrométricas e morfométricas do louro-pardo livre de competição no local 1 (municípios de Santa Maria e Silveira Martins- RS) e no local 2 (município de Salto do Lontra-PR);
- b. Mensurar o incremento periódico anual em diâmetro e área basal do louro-pardo livre de competição;
- c. Modelar o incremento em área basal do louro-pardo livre de competição;
- d. Avaliar padrão de comportamento do incremento do louro-pardo livre de competição nos dois locais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo das árvores livres de competição de *Cordia trichotoma* foi realizado em dois locais, sendo que o local 1 pertence à região Central do estado do Rio Grande do Sul e o local 2, à região Sudoeste do Paraná.

3.1.1 Local 1

O local de estudo 1, está localizado na região Central do estado do Rio Grande do Sul, nos municípios de Santa Maria e Silveira Martins.

As principais classes de solo da região pertencem à Unidade de Mapeamento Santa Maria, denominado Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico úmbrico e Argissolo Amarelo Alítico típico, originados de siltitos e arenito (STRECK et al., 2008).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo “Cfa”, subtropical úmido, tendo como características climáticas principais a temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 1769 mm (MORENO, 1961). Apesar das precipitações médias elevadas, são frequentes períodos de déficit hídrico, principalmente nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, quando, devido às altas temperaturas, há elevada perda de água por evapotranspiração (DALMOLIN et al., 2008).

Na região, o verão, é bastante quente, com média mensal normal das temperaturas máximas diárias do ar de 29,5°C, nos meses de dezembro a fevereiro. O inverno, por sua vez, é ameno, mas sujeito a ondas de frio provocadas pelo deslocamento de anticiclones polares migratórios, podendo causar geadas, por vezes, intensas (HELDWEIN et al., 2009).

A vegetação primitiva da região é caracterizada por uma Floresta Estacional Decidual com ocorrência natural de louro-pardo (REITZ et al., 1983).

3.1.2 Local 2

O local de estudo 2 situa-se no sudoeste do estado do Paraná, no município de Salto do Lontra. O mesmo distante, aproximadamente, 406 Km da capital do estado, Curitiba e situado entre as coordenadas geográficas 25° 47' 02" latitude sul e 53° 18' 31" longitude oeste, com uma altitude de 538m (IBGE, 2015).

O clima da região é Cfa, segundo a classificação climática de Köppen, clima mesotérmico, sempre úmido e com verões quentes e ocorrência de geadas no inverno, típico de regiões subtropicais. As temperaturas médias anuais variam entre 19°C e 20°C, com temperatura média do mês mais frio menor que 18°C e temperatura média do mês mais quente maior que 22°C apresentando precipitação média anual entre 2000 e 2500 mm, bem distribuída ao longo do ano (IAPAR, 2000).

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Salto do Lontra (1998), o relevo do município divide-se nas seguintes porcentagens: 6% plano, 15% suave, 40% ondulado, 25% acidentado, 9% montanhoso e 5% escarpado. Seu solo se diferencia de acordo com o relevo de cada região. Em locais de relevo acidentado, montanhoso e escarpado, o solo é raso e sem horizonte, sendo considerado solo litólico e em locais onde o relevo é plano, suave ou ondulado, o solo presente é latossolo roxo.

3.2 COLETA DE DADOS

A coleta dos dados no local 1 foi realizada de março a julho de 2010 e no local 2 foi realizada durante o mês de junho de 2013.

Foram selecionadas árvores livres de competição, por um processo inteiramente aleatório, considerando dap mínimo de 5 cm e a partir de cada árvore individual foram medidas as suas variáveis dendrométricas, morfométricas e coletado material para medição de seus incrementos.

3.2.1 Variáveis Dendrométricas

Para cada árvore individual foram medidas as seguintes variáveis dendrométricas:

- a) Circunferência à altura do peito (cap): medida com fita métrica, em centímetros, a 1,3 m acima da superfície do solo;
- b) Altura do início da copa (hic): medida com hipsômetro Vertex, em metros, considerando a distância do solo até o ponto de inserção da copa;
- c) Altura comercial (hc): medida com hipsômetro Vertex, em metros, considerando a distância do solo até o primeiro galho;
- d) Altura total (h): medida com hipsômetro Vertex, em metros;
- e) Raio da copa (rc): medidos com auxílio do hipsômetro Vertex e com uma bússola, na posição norte e nos demais pontos cardeais (NE, L, SE, S, SO, O e NO), sendo que o raio da copa da árvore correspondeu à média aritmética dos oito raios medidos, em metros;

3.2.2 Variáveis Morfométricas

Para descrever as relações interdimensionais das árvores, foram medidas as seguintes variáveis morfométricas:

- a) Diâmetro de copa (dc): obtido pela multiplicação do raio da copa em metros por dois ($2 \cdot rc$);
- b) Grau de esbeltez (ge): calculado pela razão entre a altura total das árvores e o diâmetro à altura do peito (h/dap);
- c) Comprimento de copa (cc): obtido pela diferença entre a altura total (h) e altura de início da copa ($h - hic$) em metros;
- d) Proporção de copa (%) ou percentagem de copa (pc): obtido pela relação entre o comprimento da copa e a altura total da árvore ($((cc/h) \cdot 100)$);
- e) Índice de saliência (is): é a razão entre o diâmetro da copa e o diâmetro à altura do peito (dc/dap);
- f) Índice de abrangência (ia): é a razão entre o diâmetro da copa e à altura total (dc/h);

g) Formal de copa (fc): é a razão entre o diâmetro da copa (dc) e o comprimento de copa (dc/cc).

3.2.3 Avaliação do Incremento

Para a obtenção dos dados de incremento, em todas as árvores avaliadas, foi utilizado o trado de incremento (Trado de Pressler), para a medição do incremento referente a quatro anos, a partir da árvore em pé. Foram retiradas duas baguetas de lenho em cada tronco, formando um ângulo de 45° em relação ao maior diâmetro, a uma altura de aproximadamente 0,30 m do solo, buscando não comprometer o valor da madeira do fuste das árvores.

Após coletadas, as baguetas foram devidamente identificadas, acondicionadas em canudos plásticos e posteriormente levadas até o Laboratório, onde foram fixadas com cola PVA e amarradas em canaletas de madeira para que, durante a secagem ao ar livre, não ocorresse o seu empenamento. Após secas, as baguetas foram lixadas para melhor visualização dos anéis de crescimento.

No Rio Grande do Sul, o incremento de cada anel de crescimento foi medido com precisão de 0,01 mm pelo sistema "LINTAB" utilizando o software TSAP pertencente ao Laboratório de Manejo Florestal da UFSM. Já no Paraná, as amostras foram levadas ao laboratório de Tecnologia da Madeira da UTFPR - Campus Dois Vizinhos para a marcação dos anéis de crescimento, com o auxílio de estereoscópio. Posterior à marcação, as amostras foram digitalizadas, com uma resolução de 1200 pixels e as baguetas foram analisadas com o auxílio do software Image-Pro Plus (IPWin32) sendo medidas as larguras dos anéis de cada amostra.

A contagem dos anéis de crescimento foi realizada entre os anos de 2005 e 2010, no sentido da casca para a medula. O primeiro anel foi datado como correspondente ao ano de 2008, isto significa que o anel iniciou o seu crescimento em 2008 e cessou o seu desenvolvimento em 2009. Como todas as árvores foram tratadas de março até julho de 2010 (no local 1), supõe-se que o crescimento iniciado em 2009 não havia ainda cessado o seu

desenvolvimento na época de coleta em todas as amostras, assim, o incremento deste ano não foi utilizado para a estimativa do crescimento periódico, no entanto, foi utilizado para calcular o diâmetro sem casca das árvores no ano de 2009. Considerou-se também que a espessura dos anéis de crescimento, obtidos das baguetas coletadas a 0,30 cm do solo, fossem iguais aos de 1,30 m do solo.

O incremento periódico anual em área basal foi obtido pela equação 1.

$$IPAg = \pi [((dap_{sc})^2 - (dap_{sc} - 2 \cdot inc_n)^2) / 4n] \quad (1)$$

Sendo: IPAg= incremento anual em área basal; n = anos analisados; dap_{sc} = diâmetro a altura do peito sem casca; inc_n = incremento radial dos últimos n anos analisados.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

As análises dos dados foram realizadas com o auxílio de planilha eletrônica e o software Statistical Analysis System (SAS), versão 9.1 (SAS Institute Inc., 1999).

3.3.1 Análise de Variância

Foram realizadas análises de variância para averiguar o efeito do local nas características dendrométricas, morfométricas e no incremento do louro-pardo. As diferenças estatísticas entre as médias serão determinadas a 1 e 5% de probabilidade de erro.

3.3.2 Análise de Regressão Múltipla

Para a elaboração dos modelos que descrevem as relações entre o diâmetro à altura do peito (dap) com o diâmetro de copa (dc) e incremento

foram realizadas análises de regressão múltipla, usando o método STEPWISE. A seleção do modelo de regressão foi realizada se observando o coeficiente de variação (CV%), coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), valor de F, avaliação dos resíduos com também a distribuição dos valores estimados com os observados. Os testes de condicionantes da regressão foram realizados utilizando o procedimento MODEL com a opção NORMAL, WHITE, DW e DWPROB para um nível de significância de 95% de probabilidade de confiança.

3.3.3 Análise de Covariância

A análise de covariância foi aplicada para verificar a diferença de nível e tendência dos modelos utilizados para descrever o diâmetro de copa e incremento entre os louros livres de competição do estado do Rio Grande do Sul e Paraná. Com isso, foi verificado a necessidade ou não do uso de funções independentes, indicando assim a existência ou não de diferentes padrões de comportamento nos dois locais (estados).

A inclinação e o nível das curvas foram verificados utilizando o procedimento GLM do software SAS Institute Inc.(1999), com significância de 1%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E MORFOMÉTRICAS

O louro-pardo, quando cresce livre de competição no local 1 (pertencente à região central do RS), apresenta algumas características dimensionais superiores quando comparado a esta espécie também livre de competição no local 2 (pertencente à região sudoeste do PR), como pode ser verificado na TABELA 1.

Variáveis	FV	Média	Min.	Máx.	F	Prob.> F
dap (cm)	Local 1	31,0	7,3	58,9	0,20	0,6563
	Local 2	32,4	18,1	50,3		
h (m)	Local 1	11,8	4,7	21,9	14,86	0,0003
	Local 2	15,5	9,5	23,8		
dc (m)	Local 1	6,9	1,9	12,6	5,39	0,0242
	Local 2	8,7	3,1	15,9		
hic (m)	Local 1	4,8	1,8	12,0	2,79	0,1006
	Local 2	3,9	1,4	5,9		
hc (m)	Local 1	3,8	1,7	10,5	1,53	0,2218
	Local 2	4,3	2,5	7,8		
cc (m)	Local 1	6,9	2,4	14,2	42,88	<0,0001
	Local 2	11,6	6,5	18,6		
ge	Local 1	0,42	0,23	0,72	5,61	0,0216
	Local 2	0,45	0,32	0,84		
pc (%)	Local 1	59,8	30,6	74,3	32,46	<0,0001
	Local 2	74,6	65,1	90,5		
is	Local 1	0,23	0,15	0,30	12,54	0,0009
	Local 2	0,26	0,17	0,33		
ia	Local 1	0,59	0,30	0,92	0,28	0,5982
	Local 2	0,56	0,20	0,77		
fc	Local 1	1,00	0,40	1,79	13,63	0,0005
	Local 2	0,75	0,31	1,07		

TABELA 1 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA JUNTAMENTE COM OS VALORES MÉDIOS, MÍNIMOS E MÁXIMOS DAS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS E MORFOMÉTRICAS DE *Cordia trichotoma* LIVRES DE COMPETIÇÃO.

FONTE: o Autor (2015).

Em que: Local 1: Santa Maria e Silveira Martins (RS); Local 2: Salto do Lontra (PR); dap = diâmetro a altura do peito (cm); h = altura total (m); dc = diâmetro de copa (m); ac= área de projeção de copa; hic = altura do início da copa (m); hc = altura comercial (m); cc = comprimento de copa [cc = h-hic] (m); ge = grau de esbeltez [h/dap]; pc = proporção de copa [cc/h] (%); is = índice de saliência [dc/dap]; ia = índice de abrangência [dc/h]; fc = formal de copa [dc/cc]; FV = fonte de variação; F = valor de F calculado para a variável dependente; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise de variância apresentada pela TABELA 1 mostrou que não há diferença estatística entre os valores médios de diâmetro à altura do peito dos louros livres no local 1 quando comparados aos louros livres no local 2, com valor de F não significativo a 1% de probabilidade de erro. No entanto, verifica-se que, no local 2 os louros são mais altos (h), com maiores comprimentos de copa (cc), e diâmetros de copa (dc), com valor de F significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro.

Na FIGURA 1 A; B e E, observa-se o comportamento relatado anteriormente, em que, para um mesmo diâmetro, no local 2, o louro-pardo investe mais em altura e expande de forma mais intensa suas copas, tanto na forma horizontal quanto vertical, quando comparado aos louros do local 1.

Como as árvores do presente estudo não estavam submetidas a nenhum tipo de concorrência, seja aérea (pela luz) ou subterrânea (pelos nutrientes e água), o fator competição não pode ser atribuído para explicar a diferença dos tamanhos da copa nos dois locais.

No entanto, diferenças de precipitação e temperatura devem ser consideradas, visto que o local 1 (região central do RS) a precipitação média anual é menor quando comparada ao local 2 (região sudoeste do Paraná), onde as chuvas são regularmente distribuídas. Cabe ainda ressaltar que no local 1 são frequentes períodos de déficit hídrico, principalmente nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, quando, devido às altas temperaturas, há elevada perda de água por evapotranspiração.

Poorter et al. (2009), salienta que a disponibilidade de radiação solar, água, minerais e temperatura tem efeito sobre as respostas fisiológicas das plantas e, conseqüentemente, no seu desempenho em uma dada condição ambiental. As plantas, segundo Smith et al. (1997), modificam morfofisiologicamente frente às variações de disponibilidade de recursos ambientais, manifestadas em características ecofisiológicas. As folhas, conseqüentemente a copa, são os órgãos que mais respondem, estruturalmente, às variações impostas pelo meio.

Além disso, segundo Carvalho (2003), *Cordia trichotoma* é bastante influenciada por pequenas variações locais do solo, preferindo solos de fertilidade química média a alta, profundos, bem drenados e com textura que varia de franca a argilosa. Sendo assim, o tipo de solo pode ser outro fator

associado às maiores características dimensionais do louro-pardo no local 2, visto que, neste local os solos são caracterizados por apresentarem textura argilosa, profundos, bem acentuadamente drenados, já no local 1, a maioria dos louros encontravam-se em solos classificados como Argissolo Bruno Acinzentado Alítico Úmbrico, os quais são caracterizados por restrição à drenagem e fertilidade moderada (REINERT et al. 2007).

Os louros que se encontravam no local 1, apresentaram altura de inserção da copa e altura comercial semelhantes aos louros do local 2, como é possível observar na TABELA 1. Valores de altura de inserção da copa indicam que, se esta espécie for manejada com desrama, há possibilidade de se obter até 6 toras comercializáveis de 2 m de comprimento, com uma média de 2 toras comercializáveis por fuste. Vuaden (2013), ao estudar esta espécie sob competição, constatou que, há possibilidade de se obter até 10 toras comercializáveis de 2 m de comprimento, com uma média de 6 toras comercializáveis por fuste.

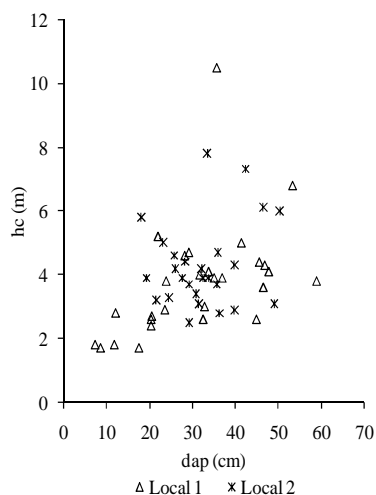
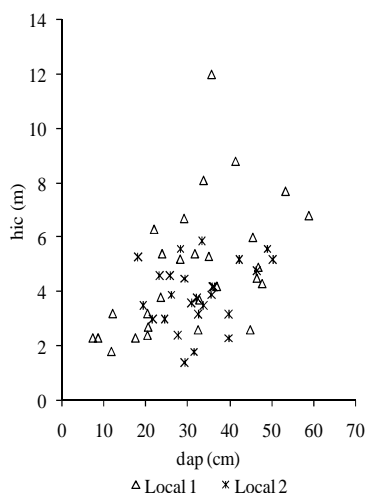
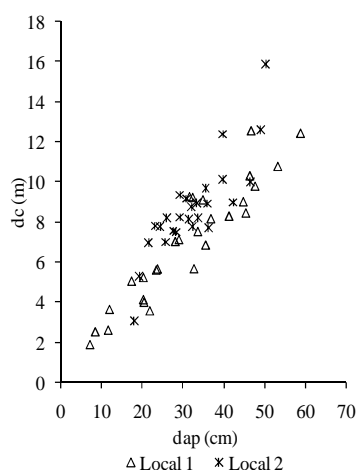
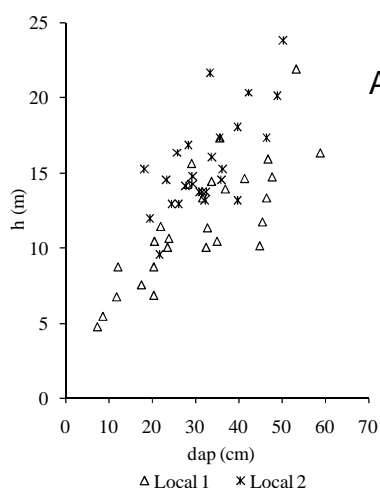
É interessante destacar que as árvores livres de competição localizadas no estado do PR apresentaram proporção de copa 15% maior quando comparadas com as do RS (TABELA 1). De acordo com Sterba (2006), este índice depende da espécie, idade e da densidade. O autor afirmou ainda que, em geral, as árvores heliófilas têm, quando em povoamentos florestais, copas curtas em comparação às árvores de sombra, devido ao sombreamento e filtragem da luz solar para as partes inferiores da copa pela parte superior. A partir de uma quantidade mínima de luz, a qual varia com a espécie, as partes inferiores começarão a serem eliminadas.

Quanto ao grau de esbeltez, verifica-se pela TABELA 1 e FIGURA 1 F, que os louros do PR apresentaram maior instabilidade, ou seja, um grau de esbeltez médio maior quando comparados aos livres do RS, resultando em árvores mais alongadas.

O índice de saliência apresentou diferença significativa entre as árvores do local 1 e 2 (TABELA 1 e FIGURA 1H). Este índice indica a necessidade de espaço vital das árvores com o aumento da idade e altura, podendo a partir deste, construir linhas de diretrizes de desbastes. Sendo assim, verifica-se que esta espécie exige um maior espaço vital quando cultivada no local 2.

O formal de copa apresentou diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade de erro entre as árvores nos diferentes locais, conforme evidenciado pela TABELA 1, onde os louros localizados no RS apresentaram copas mais achatadas e os do PR mais esbeltas (relação dc/cc menor). Segundo Sterba (2006), este valor varia com a espécie e com a posição sociológica, sendo que copas estreitas e longas devem ser as preferidas, ou seja, desejadas, pois para cada m^2 de área de solo ocupada apresentam uma maior área de superfície de copa (manto de copa), podendo assim utilizar melhor o espaço vital disponível.

Assmann (1970), estudando a morfologia da copa, quantificou a eficiência das copas quanto ao incremento volumétrico da árvore, evidenciando a maior viabilidade de copas longas e estreitas para o crescimento da árvore. Copas estreitas permitem ainda aumentar o número de árvores por unidade de área aumentando, assim, o volume de madeira a ser produzido por hectare.



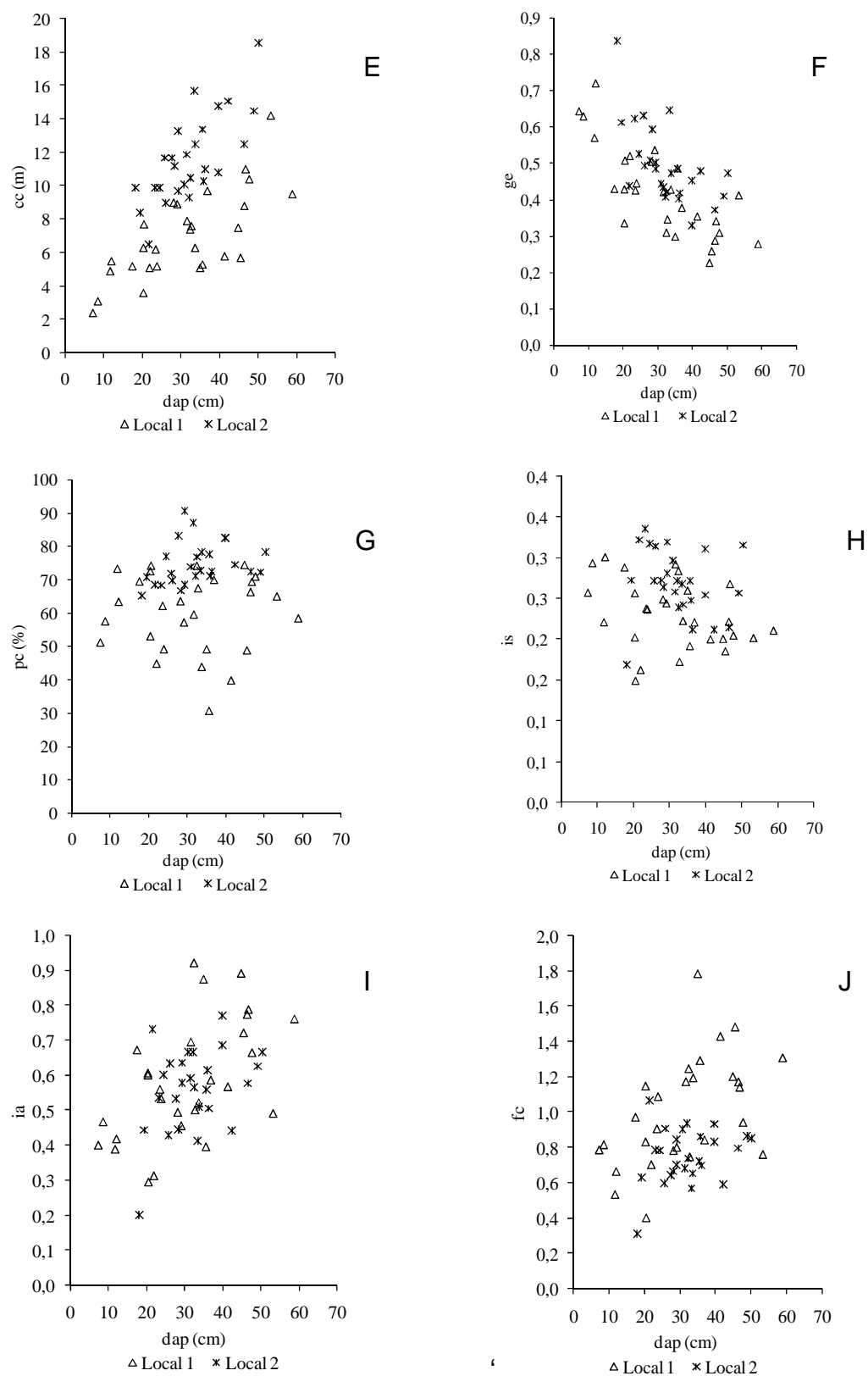


FIGURA 1 – DISPERSÃO DOS VALORES OBSERVADOS DAS CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DO LOURO-PARDO LIVRE DE COMPETIÇÃO LOCALIZADOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (LOCAL 1) E PARANÁ (LOCAL 2).
 FONTE: o Autor (2015).

4.2 RELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO DE COPA E DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO

Observando a dispersão dos valores observados do diâmetro de copa (dc) do louro-pardo nos dois locais (FIGURA 2), verifica-se que, para um mesmo diâmetro à altura do peito (dap), no local 2 as copas desta espécie investiram mais na expansão lateral quando comparadas às copas desta espécie no local 1. Devido a essa diferença de diâmetro de copa, foi ajustada uma equação para descrever a relação dc/dap dos louros livres no local 1 (RS): $dc = 0,2211 \cdot dap$, apresentando valores de $R^2_{aj} = 0,98$ e $CV = 15,7\%$ e para os louros livres do local 2 (PR): $dc = 0,2666 \cdot dap$ com valores de $R^2_{aj} = 0,98$ e $CV = 14,6\%$.

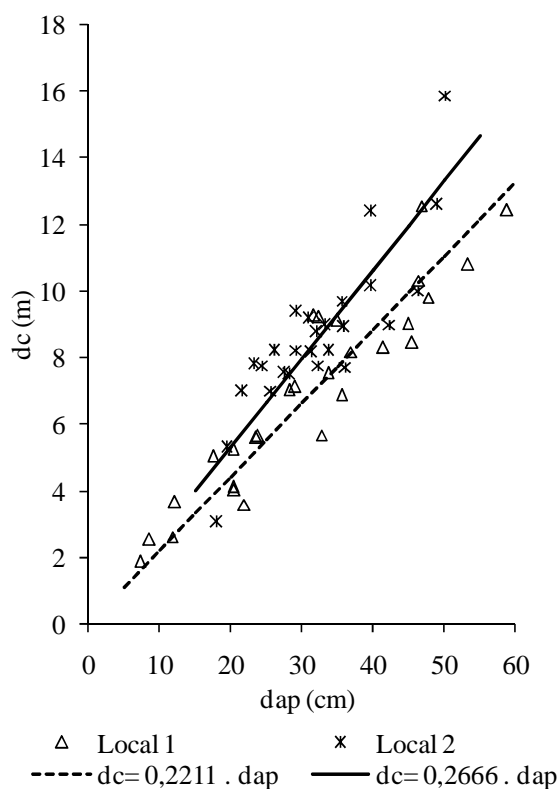


FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES OBSERVADOS E ESTIMADOS DE DIÂMETRO DE COPA PARA *Cordia trichotoma* LIVRE DE COMPETIÇÃO LOCALIZADOS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL (LOCAL 1) E PARANÁ (LOCAL 2).
 FONTE: o Autor (2015).

A análise de covariância (TABELA 2) indicou haver diferença de tendência do modelo que descreve a relação entre o diâmetro de copa e o diâmetro à altura do peito dos louros nos dois locais, em que esta resultou num valor de $F = 22,03$ para a interação, significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro, confirmando com isso a necessidade de usar modelos com diferentes coeficientes de inclinação para descrever a relação dc/dap dos louros livres de competição nos dois estados.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Modelo	2	3631,7966	1815,8983	1297,51	<0,0001
dap	1	3624,5963	3624,5963	2589,88	<0,0001
dap*(l)	1	30,8322	30,8322	22,03	<0,0001
Erro	52	72,7751	1,3995		
Total	54	3704,5717			

TABELA 2 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA DO MODELO $DC = B_1 \cdot DAP$ PARA LOURO-PARDO LIVRE DE COMPETIÇÃO EM FUNÇÃO DO LOCAL.

FONTE: o Autor (2015).

Sendo: dc = diâmetro de copa; dap = diâmetro a altura do peito; l = local; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado para a variável dependente; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; t = valor de t calculado para a variável dependente; Prob.> | t | = nível de probabilidade de erro.

De acordo com Vuaden (2013), o conhecimento da relação (dc/dap) das árvores livres de concorrência é de suma importância em práticas silviculturais, pois permite calcular o número de árvores por hectare a partir do diâmetro de copa, podendo com isso, calcular a linha de mínima densidade utilizada para confeccionar diagramas de manejo de densidade, já elaborados por alguns pesquisadores, dentre eles, destacam-se na região central do RS, Selle (2009), Thomas (2009) e Meyer (2011), em que os mesmos consideraram que a densidade expressa pelas árvores livres de concorrência descreveu o número de árvores mínimo que se pode obter no povoamento, porém com a máxima ocupação do dossel.

Então, como a copa dos louros livres no RS é 23 vezes maior que o dap ($is=23$), para produzir louros com 25 cm de dap , e supondo que as copas são redondas, seria possível obter aproximadamente 385 árvores por hectare com copas de 5,7 m de diâmetro, já no Paraná, as copas são 26 vezes maiores que o dap ($is=26$), sendo assim, seria possível obter aproximadamente 301 árvores por hectare com copas de 6,5 m de diâmetro, sem que houvesse nenhuma concorrência entre elas.

4.3 INCREMENTO

Mediante a comparação do incremento dos louros livres pertencentes à região central do RS e sudoeste do PR (TABELA 3), verifica-se que os louros do PR apresentaram incrementos periódicos anuais em diâmetro e área basal semelhantes aos do RS, não diferindo estatisticamente. Com isso, pode-se inferir que, apesar desta espécie não diferir em crescimento diametral nos dois locais, os louros no estado do Paraná são mais altos e com copas maiores.

Variáveis	FV	Média	Min.	Máx.	F	Prob.> F
IPAd (cm)	Local 1	1,14	0,57	2,44	0,29	0,97
	Local 2	1,12	0,72	1,73		
IPAg (cm ²)	Local 1	41,49	5,38	76,57	0,33	0,87
	Local 2	41,97	15,4	79,87		

TABELA 3 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA JUNTAMENTE COM OS VALORES MÉDIOS, MÍNIMOS E MÁXIMOS DE INCREMENTO DE *Cordia trichotoma* LIVRES DE COMPETIÇÃO.

FONTE: o Autor (2015).

Em que: Local 1: Rio Grande do Sul; Local 2: Paraná; IPAd= incremento periódico anual em diâmetro; IPAg = incremento periódico anual em área basal; FV= fonte de variação; Ft= valor de F calculado para a variável dependente; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Vuaden (2013) verificou que os louros livres de competição apresentaram incrementos periódicos anuais bem superiores em relação aos sob competição, sendo que, o incremento médio em diâmetro dos louros livres, ultrapassou o dobro e em área basal atingiu quase o triplo do valor quando comparado com os louros sob competição. A autora salientou que o louro-pardo apresentou maior taxa de crescimento quando estava totalmente isolado (sem competição) muito provavelmente devido à incidência de luminosidade de maior intensidade e duração quando comparado com os que se encontravam na floresta, aliado a isso, a ausência de competição por água, espaço e nutrientes favoreceu o maior incremento das árvores.

Estudando o incremento do louro-pardo entre 2008 a 2012 no município de Salto do Lontra-PR, Silveira (2013) verificou que o incremento periódico anual médio em área basal das árvores de louro-pardo livres de competição foi um pouco maior (52,4 cm²) e sob competição menor (33,6 cm²) quando comparado ao presente estudo.

Devido a significativa diferença de incrementos em diâmetro e em área basal entre o louro-pardo livre de competição e sob competição mencionados por Vuaden (2013) e Silveira (2013), é fundamental a definição de práticas de manejo adequadas para esta espécie, principalmente de desbaste, que contribuirão para a maior produção volumétrica e conseqüentemente maior viabilidade econômica, garantindo com isso, a sustentabilidade de produção.

Na modelagem do crescimento, as árvores que não são influenciadas pela competição inter e intra-específica, possuem condições ótimas de crescimento. Com isso, decidiu-se descrever a partir de um modelo matemático o incremento do louro-pardo quando o mesmo se desenvolve de forma solitária.

Optou-se em modelar o incremento periódico anual em área basal, pelo fato deste estar mais correlacionado com o diâmetro, devendo com isso, predizer de forma mais eficiente o crescimento do louro-pardo. Aliado a isso, Mattos (2007) afirmou que, os valores de incremento em área basal representam melhor o crescimento de uma árvore do que os valores de incremento em diâmetro, pois as árvores de diferentes diâmetros podem apresentar o mesmo incremento em diâmetro, no entanto, a de maior diâmetro, terá o maior incremento em área basal.

Como o diâmetro à altura do peito foi a variável que mais se correlacionou com o incremento (81%), esta foi utilizada em substituição à variável idade, seguindo a mesma hipótese de Sterba (2006) de que, quanto mais grossa a árvore, maior é a sua idade, visto que, para a estimativa do crescimento de uma floresta composta por numerosas espécies, com uma grande diversidade e diferentes estágios sucessionais, a idade é aspecto de difícil determinação em florestas nativas.

Observando a Tabela 4, verifica-se que o diâmetro à altura do peito explicou de forma satisfatória a variação do incremento em área basal desta espécie nos dois estados, sendo que, o procedimento STEPWISE foi somente até o passo 1 (TABELA 4), selecionando apenas a variável independente diâmetro à altura do peito.

Variável	Parâmetro estimado	Erro Padrão	Erro tipo II SS	Valor de F	Pr>F
Intercepto	-1,5732	3,7845	-0,42	0,23	0,6794
dap	1,4469	0,1179	12,27	65,46	<0,0001

TABELA 4 – REGRESSÃO PELO PROCEDIMENTO STEPWISE PARA DESCREVER O INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL DOS LOUROS LIVRES.

FONTE: o Autor (2015).

Em que: dap= diâmetro à altura do peito.

Como o intercepto não foi significativo, realizou-se novamente a análise de regressão, excluindo o intercepto, originando o seguinte modelo para estimativa do incremento periódico anual em área basal dos louros livres de competição: $IPAg = 1,3392 \cdot dap$.

O modelo apresentou valor de $R^2_{aj} = 0,96$ e $CV = 22,9\%$. Cabe ressaltar que, não foi necessário fazer a transformação da variável dependente, pois o modelo satisfaz todos os condicionantes de regressão, indicando pelo teste de White ($X^2 = 3,61^{ns}$), homogeneidade de variância do incremento observado em função do diâmetro. O teste de Durbin-Watson acusou independência dos resíduos gerando um valor igual a $1,92^{ns}$ e teste de Shapiro-Wilk gerou um valor de $0,97^{ns}$ indicando normalidade dos resíduos.

Na FIGURA 3, pode-se observar a distribuição dos valores observados e estimados como também dos resíduos do modelo $IPAg = 1,3392 \cdot dap$ em relação a variável incremento, em que se percebe uma razoável distribuição dos valores negativos e positivos dos mesmos, exceto entre o intervalo de incremento de 40 a 60 cm^2 , no qual os resíduos atingiram uma maior amplitude de dispersão.

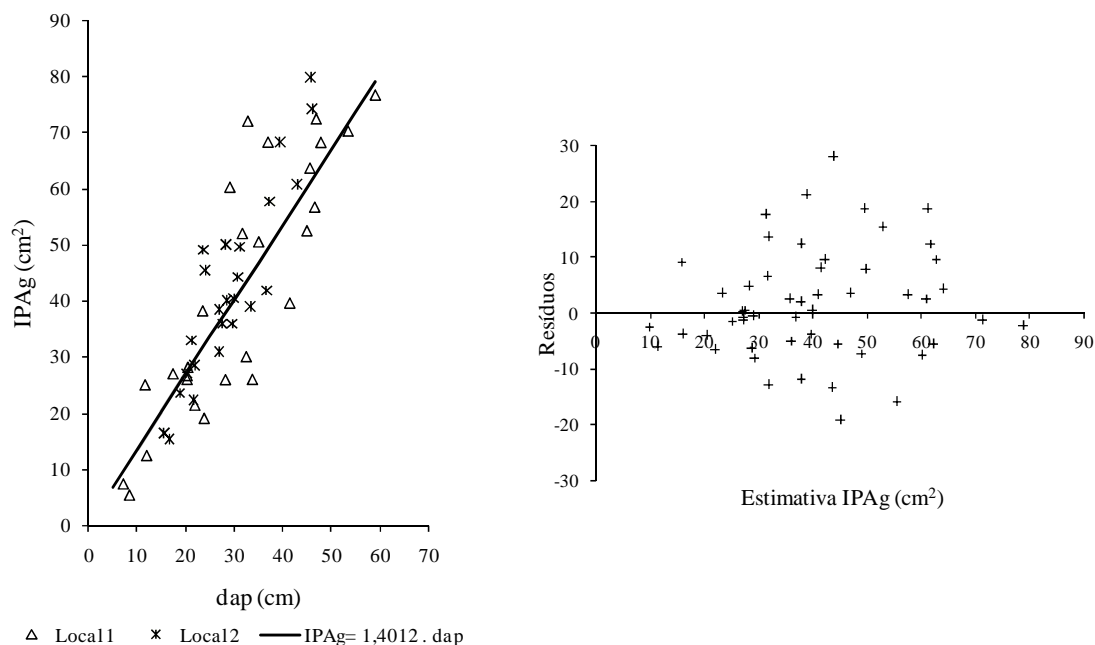


FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES OBSERVADOS E ESTIMADOS (A) E DOS RESÍDUOS (B) DO MODELO $IPAg = 1,3392 \cdot DAP$ PARA *Cordia trichotoma* LIVRE DE COMPETIÇÃO LOCALIZADOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (LOCAL 1) E PARANÁ (LOCAL 2).

FONTE: o Autor (2015).

Com a finalidade de comprovar estatisticamente que não há realmente diferença de tendência da relação incremento e dap entre os louros livres nos dois estados, realizou-se uma análise de covariância (TABELA 5), em que esta resultou num valor de $F = 0,1343$ para a interação, não significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro, indicando não haver diferença de tendência do modelo que descreve a relação entre o incremento e o diâmetro à altura do peito dos louros livres de competição nos estados do RS e PR.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Modelo	2	105301,05	52650,52	566,18	<0,0001
dap	1	104101,11	104101,11	1119,4620	<0,0001
dap*(l)	1	215,39	215,39	2,32	0,1343
Erro	50	4649,60	92,99		
Total	52	109950,650			

TABELA 5 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA DO MODELO $IPAg = B_1 \cdot DAP$ PARA LOURO-PARDO LIVRE DE COMPETIÇÃO EM FUNÇÃO DO LOCAL.

FONTE: o Autor (2015).

Sendo: dap = diâmetro a altura do peito; l= local; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado para a variável dependente; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; t = valor de t calculado para a variável dependente; Prob.> |t| = nível de probabilidade de erro.

Silveira (2013) obteve para as árvores de louro-pardo sob competição o modelo $\ln \text{IPAg} = 4,08149 + (- 406,82345) \cdot 1/\text{dap}^2$ e para as árvores livres de competição o modelo $\sqrt{\text{IPAg}} = - 9,3218 + 4,7621 \cdot \ln \text{dap}$. Segundo a autora, os modelos foram distintos para as árvores de louro-pardo sem e em competição, sendo que a variável diâmetro à altura do peito foi capaz de explicar o incremento em área basal para as duas situações (árvores livres e sob competição).

Mattos (2007), também representou o incremento periódico anual em área basal desta espécie em razão do diâmetro, em uma floresta nativa no Vale Vêneto-RS, encontrando o seguinte modelo $\text{IPAg} = 6,4915 - 0,1299 \cdot \text{dap} + 0,018 \cdot \text{dap}^2$, com valor de coeficiente de determinação igual a 0,54. O autor afirmou que, os exemplares de *Cordia trichotoma*, *Cedrella fissilis* e de *Cabraela canjerana* analisados também não apresentaram ponto de inflexão das curvas para a faixa diamétrica de até 50 cm, pois estas possuíam comportamento ascendente.

Vuaden (2013) constatou que o incremento periódico anual em área basal do louro-pardo livre de competição pode ser predito pelo dap, como também pelo fator de copa (fac) e densidade de copa (dec). A autora encontrou como o modelo $0,6665 e^{0,0725 \cdot (\text{fac} \cdot \text{dec})} \cdot \text{dap}$ para descrever o incremento do louro-pardo livre de competição e o modelo $562,28 \cdot (N_{(\text{GBit})})^{-0,585}$ para descrever a influência da competição sobre esta espécie. Com isso, diferença das estimativas geradas por estes dois modelos podem ser utilizadas para prever o incremento periódico anual em área basal do louro-pardo sob competição, servindo o segundo modelo como um efeito redutor sobre o incremento, resultando no seguinte modelo geral: $\text{IPAg} = [(0,6665 e^{0,0725 \cdot (\text{fac} \cdot \text{dec})} \cdot \text{dap})] - [562,28 \cdot (N_{(\text{GBit})})^{-0,585}]$.

5 CONCLUSÕES

O louro-pardo, no local 2 (município de Salto do Lontra - PR), quando cresce livre de competição apresenta algumas características dimensionais semelhantes quando comparado a esta espécie também livre de competição no local 1 (municípios de Santa Maria e Silveira Martins - RS), como diâmetro à altura do peito (dap), altura de início da copa (hic), altura comercial (hc) e índice de abrangência (ia). No entanto, verifica-se que, no local 2 os louros são mais altos (h), e com copas maiores, tanto em comprimento de copa (cc) como também diâmetro de copa.

O modelo que descreve a relação entre diâmetro de copa e o diâmetro à altura do peito entre os louros livres do local 1 e 2 diferiram em inclinação, sendo necessária a utilização de modelos distintos para descrevê-la.

Os louros do local 1 apresentaram incrementos periódicos anuais em diâmetro e área basal semelhantes aos do local 2, não diferindo estatisticamente.

O modelo sem intercepto e com a variável independente dap sem transformação foi selecionado para estimativa do incremento periódico anual em área basal dos louros livres de competição nos dois locais.

Pode ser utilizado um único modelo para descrever a relação entre o incremento periódico anual em área basal e o diâmetro à altura do peito dos louros nos dois locais, pois não houve diferença de tendência do incremento em função do diâmetro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante destacar a relevância do presente estudo para o manejo do louro-pardo, pois o mesmo é um passo inicial para a confecção de diagramas de manejo de densidade, considerando que a densidade expressa pelas árvores livres de concorrência, obtida a partir da relação dc/dap descreva o número de árvores mínimo que se pode obter no povoamento, porém com a máxima ocupação do dossel.

Além disso, é de suma importância estudar também a morfometria e o incremento do louro-pardo em volume e em diferentes níveis de competição, para o manejo de densidade para a espécie, com intuito de encontrar uma competição de tal intensidade que não reduza demasiadamente o incremento, resultando em indivíduos com maior valor comercial, combinando assim com os aspectos de qualidade da madeira.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, E. **The Principles of Forest Yield Study**. München: BLV, 1970. 490 p.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico**. 1. ed.. [S.l.]: Instituto Souza Cruz, 2002. 326 p.

BRAZ, E. M.; FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, M. V. N. d'.; PASSOS, C. A. M. Manejo Florestal de precisão: Modelo Digital de Exploração e Manejo de Florestas Naturais. In: FIGUEIREDO, E. O; BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. (Ed.). **Manejo de Precisão em Florestas Tropicais: Modelo Digital de Exploração florestal**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2008. 183p.

CARVALHO, P. E. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, v. 1, 2003. 1039 p. **Ciência & Ambiente**, v. 38, p. 43-58, jan./jun. 2009.

DALMOLIN, R. S. D., et al. **Solos do município de Silveira Martins: características, classificação, distribuição geográfica e aptidão agrícola**. Santa Maria: Orium, 2008. 73 p.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cedrella fissilis* Vellozo. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v. 14, n. 2, p. 79-89. 2004.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. 1. ed., Santa Maria: CEPEF, 1992 .269p.

HASENAUER, H. Ein **Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten- Kiefern- und Buchen-Fichtenmischbestände**. Wien: Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, v. 8, 1994.

HELDWIEN, A. B.; BURIOL, G.A.; STRECK, N. A. O Clima de Santa Maria.

IBGE, 2015. Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=412300&search=parana|salto-do-lontra>> Acesso em agosto de 2015.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná.** 2000. Disponível em: <http://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Classificação_Climatica.htm> Acesso em: 10 de junho de 2015.

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.** 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MEYER, E. A. **Densidade de árvores por diâmetro na floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul.** 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul,** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

POORTER, H. et al. Causes and consequences of variation in leaf mass per área (LMA): a meta-analysis. **New Phytologist**, Cambridge, V.82, n.2, p. 565-588, 2009.

REINERT, D. J., REICHERT, J. M., DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; PEDRON, F. A. **Principais Solos da Depressão Central e Campanha do Rio Grande do Sul:** guia de excursão / 2ed. – Santa Maria : Departamento de Solos - UFSM, 2007. 47 p.

REITZ, R., KLEIN, R. M., REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1983. 524p.

SAS. **The SAS System for Windows.** Copyright (c) 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 1999.

SCOLFORO, J. R. **Biometria Florestal: Modelos de Crescimento e Produção Florestal :** Parte 1. Lavras: ESAL / FAEPE, 1994. 182 p.

SELLE, G. L. **Guias de densidade e índices de sítios para *Holvenia dulcis* Thunberg na Região Central do Estado Rio Grande do Sul, Brasil.** 97 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SILVEIRA, A. C. da. **Incremento de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb.exSteud. no município de Salto do Lontra- Paraná.** 44f. Trabalho de graduação(Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos. 2013.

SMITH, W. K. et al. Leaf form and photosynthesis: do leaf structure and orientation interact regulate internal light and carbon dioxide? **Bioscience**, Washington, v. 47, n. 11, p. 785-793, 1997.

STERBA, H. **Waldwachstumskunde:** Skriptum zur Lehrveranstaltung 420.20.Wien:Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumforschung, 2006, p. 129.

STRECK, E. D. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. p. 222.

THOMAS, C. **Dendrograma de manejo da densidade para povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm na região central do Rio Grande do Sul.** 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

VUADEN, E. **morfometria e incremento de *Cordia trichotoma* (vell.) Arráb. ex Steud. na região central do Rio Grande do Sul.** 110 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2013.