

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
DAIANE VEZARO RAUSCHKOLB

**CRESCIMENTO DE *Cupressus lusitanica* Mill. NO SUL DE SANTA CATARINA**

Curitibanos  
2017

DAIANE VEZARO RAUSCHKOLB

**CRESCIMENTO DE *Cupressus lusitanica* Mill. NO SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal, do campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal  
Orientador: Prof. Dr. Mário Dobner Jr.


Curitibanos  
2017

**DAIANE VEZARO RAUSCHKOLB**

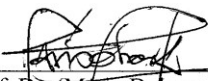
**CRESCIMENTO DE *Cupressus lusitanica* NO PLANALTO DE SANTA CATARINA**

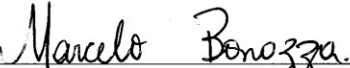
Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Santa Catarina, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenheiro Florestal.

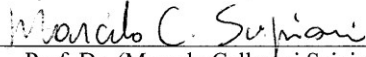
Curitiba, 27 de junho de 2017.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. (Magnos Allan Vivian)  
Coordenador do curso

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. (Mario Dobner Junior)  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. (Marcelo Bonazza)  
Universidade Federal de Santa Catarina

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. (Marcelo Callegari Scipioni)  
Universidade Federal de Santa Catarina

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rauschkolb, Daiane  
CRESCIMENTO DE *Cupressus lusitanica* Mill. NO SUL DE  
SANTA CATARINA / Daiane Rauschkolb ; orientador, Mário  
Dobner Jr., 2017.  
27 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,  
Curitibanos, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. O estudo visou identificar os anéis de crescimento e, com isso, avaliar e quantificar o crescimento individual de *C. lusitanica* a altura do DAP para o Sul de Santa Catarina e determinar o Incremento Corrente Anua (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA) da espécie, bem como comparar o crescimento da espécie em questão com *Pinus* e *Eucalyptus*. . I. Dobner Jr., Mário. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **DEUS** por ter me concedido à vida, saúde, e determinação na conquista dos meus objetivos.

A minha filha, **Isadora Vezaro Rauschkolb**, por ser o motivo de eu abrir os olhos todas as manhãs, por ser o ar que me matem viva para seguir em frente.

Ao meu esposo, **Gean Carlos Rauschkolb**, por sempre apoiar minhas decisões e estar comigo nas horas difíceis, sempre com todo zelo e atenção.

Aos meus pais, **Pedrinho Vezaro e Lides Maria Padilha Vezaro**, por terem sido o alicerce da minha caminhada, pelas palavras de apoio e incentivo nas minhas decisões e principalmente por ter me dado coragem de seguir. Assim como meus irmãos **Fernando Vezaro e Sirlene Vezaro**, por terem sido meu exemplo durante toda a minha vida e pelos inúmeros apoios nessa jornada.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Mário Dobner Jr.**, pela confiança em mim depositado não medindo esforços no que estava ao seu alcance.

A empresa **Florestal Gateados Ltda**, pela concessão das árvores, sem as quais o presente estudo não teria a menor valia.

A todas as **peessoas** e demais **professores da Universidade Federal de Santa Catarina** que contribuíram com minha formação.

## RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se quantificar o crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP) de *Cupressus lusitanica* e, assim, avaliar o potencial produtivo da espécie no Planalto Sul de Santa Catarina. A espécie é uma conífera arbórea da América Central e México, sendo popularmente conhecida como cipreste, podendo atingir 30 metros de altura e 100 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). O povoamento estudado estava situado no município de Campo Belo do Sul, foi implantado com espaçamento de 2,5 m x 2,5 m (1.600 árv ha<sup>-1</sup>) em 1999 e efetuado o corte raso em 2015. Os discos foram lixados para melhor visualização dos anéis anuais de crescimento e a medição da espessura dos anéis foi realizada em meio digital, com precisão de 0,01 mm. O modelo matemático que apresentou o melhor ajuste foi o modelo Exponencial. Verificou-se que o incremento corrente anual em diâmetro das árvores estudadas culminou por volta dos 4 anos, com valores próximos a 3,0 cm. Observou-se ainda, que a curva do incremento médio anual (IMA) culminou e interceptou a curva de incremento corrente anual (ICA) entre 7-8 anos com 2,0 cm. Conclui-se Apesar de estudos adicionais serem necessários para indivíduos potenciais, que o crescimento em DAP de *C. lusitanica* no Sul do Brasil é comparável ao de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii*. Aos 15 anos de idade a espécie apresentou DAP médio sem casca de 26 cm, com indivíduos potenciais que atingiram a 33 cm na mesma idade, demonstrando potencial produtivo para região proposta.

**Palavras-chave:** Anéis de crescimento. Espécie florestal alternativa ANATRO parcial.

## ABSTRACT

The objective of this study was to quantify the growth in diameter at the chest height diameter of *C. lusitanica* and, to evaluate the productive potential of the species in the Southern Plateau of Santa Catarina. The species is a conifer tree of Central America and Mexico, and it is known as cypress, being able to reach 30 meters of height and 100 cm of dap. *C. lusitanica* can be a differentiated option of forest production in the Santa Catarina Plateau due to the adaptation of the species to the edaphoclimatic conditions of this region. Although considered of great potential for forest management in southern Brazil, due to its silvicultural characteristics and wood quality, little information is available on the real productivity of commercial stands. The study was located in the municipality of Campo Belo do Sul, was implanted with a spacing of 2.5 m x 2.5 m (1,600 tree ha<sup>-1</sup>) in 1990 and was cut in 2005. The discs were sanded for better visualization of the annual growth rings, and the thickness of the rings was measured in a digital medium with an accuracy of 0.01 mm. It was verified that the annual increment in diameter of the trees studied culminated around 4 years, with values close to 3.0 cm. From then on, as expected, the current increment showed a strong reduction. It was also observed that the IMA curve culminated and intercepted the ICA curve between 7-8 years with 2.0 cm. It is concluded that the growth in diameter at the breast height of *C. lusitanica* in the Southern Plateau of Brazil is comparable to that of *Pinus taeda* and *Eucalyptus dunnii*. At 15 years of age, the species presented medium DAP without of bark 26 cm, with individuals potentials reaching 33 cm at the same age, demonstrating productive potential for the proposed region.

**Key words:** Forest management. Alternative forest species. ANATRO partial



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Identificação visual dos anéis de crescimento a 1,3 m de altura.....	14
<b>Figura 2</b> – Gráficos representando a distribuição dos resíduos em porcentagem dos quatro modelos matemáticos testados.....	18
<b>Figura 3</b> – Crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP) acumulado das nove árvores analisadas até os 16 anos. Média do diâmetro acumulado das árvores ao decorrer dos 16 anos e projetados até os 25 anos. ....	19
<b>Figura 4</b> – Incremento corrente anual (ICA) em DAP e incremento médio anual, ao longo dos anos para <i>C. lusitanica</i> no Planalto Sul de Santa Catarina. ....	21

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Modelos matemáticos para o ajuste das equações de crescimento ao DAP.....	15
<b>Tabela 2</b> – Coeficientes e suas perspectivas estatísticas, obtidos para 4 diferentes modelos matemáticos afim de identificar o crescimento em DAP de <i>C. lusitanica</i> no planalto de Santa Catarina.....	17

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No mundo é comercializado cerca de US\$ 250 bilhões em produtos madeireiros por ano (INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES, 2015). No Brasil, estima-se que o setor florestal represente 3,5 % do produto interno bruto do país, o equivalente a US\$ 37,3 bilhões, ou 7,3 % de todas as exportações (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO FLORESTAL, 2016). O estado de Santa Catarina é o 6º em relação à área plantada, sendo 82 % (541 mil ha) com *Pinus*, 17 % (112,9 mil ha) com *Eucalyptus* e apenas 1 % (6,6 mil ha) com outras espécies (ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS, 2016).

A importância do setor florestal na economia do país é indiscutível. Entretanto, poderia ser ainda maior não fosse a forte dependência do setor dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que ocupam 93 % dos 8 milhões de hectares de plantações florestais no país (IBÁ, 2015). Estudos com novas espécies de potencial madeireiro são, portanto, uma forma de diversificar e aumentar o desempenho do setor. Dentre as essências florestais potenciais produtoras de madeira, *Cupressus lusitanica* Mill. é frequentemente elencado (EMBRAPA, 1988; SHIMIZU et al., 2006; CARPANEZZI et al., 2010).

*C. lusitanica*. está entre as espécies alternativas com potencial de produção de madeira, sendo frequentemente elencado para ser cultivado na região de estudo, o Sul de Santa Catarina (EMBRAPA, 1988; SHIMIZU et al., 2006; CARPANEZZI et al., 2010).

A árvore pode atingir mais de 30 metros de altura e 100 cm de diâmetro, tendo como características gerais a ampla copa piramidal, folhagem verde-clara e casca marrom escura provida de fissuras longitudinais. Suas folhas são escariformes, ovaladas, com cerca de 1 mm de comprimento (MARCHIORI, 2005).

A madeira de *C. lusitanica* tem coloração amarelada, algumas vezes apresenta-se marrom pálida ou ligeiramente rosada. Sua madeira é considerada madeira leve e de baixa densidade (0,41 g/cm<sup>3</sup>), porém apresenta homogeneidade de densidade em todo o sentido base- topo (PEREIRA & HIGA, 2003). A espécie apresenta alta estabilidade dimensional e não sofre alterações significativas em suas dimensões mesmo com a secagem (SHIMIZU et al., 2006).

Devido a essas características, a madeira da espécie em questão é considerada de alta qualidade, com ampla aplicação para fins nobres e diversificados como: indústria moveleira, construção naval, celulose e papel, painéis de madeira e construções rurais. Apresenta ainda,

destaque ao uso interno e externo em contato com solo ou água devido à alta resistência às intempéries (PEREIRA; HIGA, 2003; MARCHIORI, 2005; SHIMIZU et al., 2006; OKINO et al., 2008; OKINO et al., 2010; XAVIER et al., 2012).

A espécie pode ser cultivada em solos erodidos e rasos, além de se desenvolver bem nas áreas de encosta e possuir alto vigor de rusticidade (PEREIRA E HIGA, 2003).

Segundo Nicholas (2008), há uma ótima aceitação desta madeira no mercado interno da Nova Zelândia e também em toda Ásia, destacadamente no Japão. Embora considerada de grande potencial para o manejo florestal no Sul do Brasil, em virtude de suas características silviculturais e qualidade madeira, há poucas informações disponíveis sobre a real produtividade de povoamentos comerciais.

O estudo do crescimento, produção e o entendimento desses processos na floresta são ferramentas básicas para um posterior planejamento do manejo florestal, devido à necessidade de se obter prognósticos da produção futura baseados em poucas medições (PRODAN et al., 1997). O crescimento de uma floresta ou de povoamento florestal pode ser determinado a partir de medições periódicas de parcelas permanentes em um inventário florestal contínuo, ou por meio da análise de tronco (ANATRO), para aquelas espécies que possuem anéis de crescimento visíveis (ROSOT, 2002).

O estudo do crescimento de uma árvore através da ANATRO permite analisar o registro do crescimento da mesma pela medição dos seus anéis de crescimento (HUSCH et al., 1982). A ANATRO é uma importante fonte de dados para linhas de pesquisas, tais como: investigar sobre a reação do crescimento em relação a fatores ambientais (bióticos, abióticos) e ao manejo do povoamento (adubação, poda, desbaste); avaliar as alterações de forma das árvores em função dos fatores ambientais; sincronizar as medidas dos anéis de crescimento (NAGEL; ATHARI, 1982, *apud* ROSOT et al., 2003)

O crescimento é o incremento gradual de um organismo, população ou objeto em um determinado período de tempo. O crescimento acumulado para uma idade determinada representa o rendimento nessa idade. O crescimento das árvores é influenciado por suas características genéticas e sua inter-relação com o meio ambiente, como os fatores climáticos e do solo, características topográficas, cuja soma representa a qualidade do local. (PRODAN et al., 1997).

Estimar o crescimento é de suma importância para o planejamento de um empreendimento florestal, sendo que inúmeras decisões dependem de maneira direta dessas estimativas, como a determinação da quantidade de madeira que poderá ser retirada da

floresta, ou então, quais espécies e tipos de produtos estão ou estarão disponíveis no futuro (SCHNEIDER, 1993).

Uma maneira eficiente de expressar o crescimento ou incremento e a produção florestal (crescimento acumulado) é por meio de um modelo matemático, sendo que este pode ser representado por gráficos, tabelas, equação ou um conjunto de equações, ou ainda, um conjunto de submodelos cada qual com uma ou mais combinações (SCOLFORO, 1998).

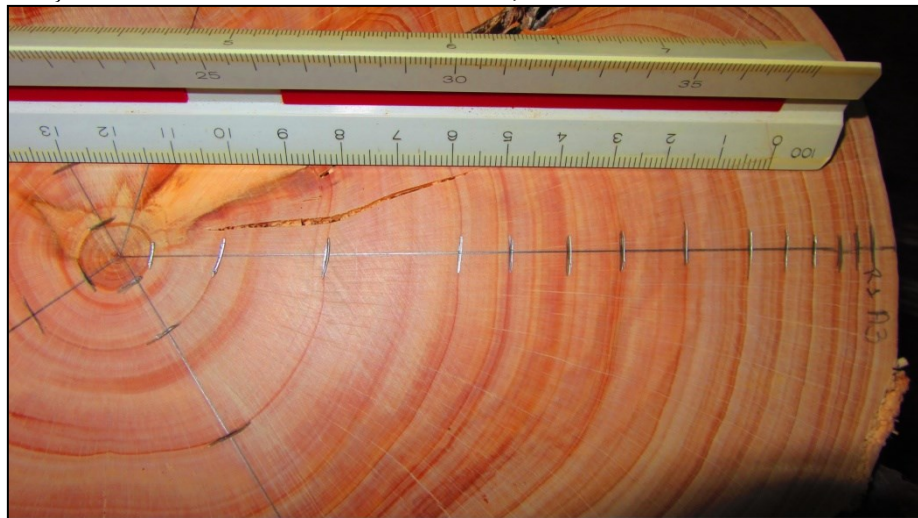
Com isso o presente estudo teve por objetivo identificar os anéis de crescimento e, com isso, avaliar e quantificar o crescimento individual de *C. lusitanica* a altura do DAP para o Sul de Santa Catarina e determinar o Incremento Corrente Anua (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA) da espécie, bem como comparar o crescimento da espécie em questão com *Pinus e Eucalyptus*.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O povoamento de *C. lusitanica* estava situado no município de Campo Belo do Sul, em área pertencente à empresa Florestal Gateados Ltda., onde o clima é, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo Cfb, mesotérmico, subtropical úmido, sem estações secas definidas e com a ocorrência de geadas severas. O povoamento foi implantado com espaçamento de 2,5 x 2,5 metros (1.600 árv ha<sup>-1</sup>) no ano de 1999 e efetuado o cortado raso em 2015. Foi realizada roçada nos primeiros dois anos de estabelecimento da planta, bem como a poda até uma altura de 3 m em duas intervenções. No povoamento amostrado não foi realizado desbaste.

A realização da ANATRO foi realizada a 1,3 metros em relação ao nível do solo (DAP), onde foram selecionadas vinte árvores e delas retirados discos transversais. Os mesmos foram secos em estufa e posteriormente a secagem, foram lixados na face de medição, para que desse modo os anéis de crescimento se tornassem mais evidentes, conforme Figura 1.

Figura 1 – Identificação visual dos anéis de crescimento a 1,3 m de altura.



Fonte: O autor.

Na face de medição de cada disco foi determinado o maior raio e, a partir deste, dois outros segmentos casca-medula-casca foram marcados, 45° deslocados do primeiro e com 90° entre si. Os anéis de crescimento foram então identificados visualmente e marcados com lápis sobre a face de medição. Com os procedimentos citados acima foi possível uma leitura mais clara da espessura dos anéis, estes que posteriormente foram realizados digitalmente.

Os discos foram colocados em superfície plana e fotografados para que se pudesse realizar a medição de maneira digital. O escalímetro foi utilizado para auxiliar na calibração

das imagens feitas. A medição da espessura dos anéis anuais de crescimento foi realizada com auxílio do software Image Pro Plus, versão 4.5.0.29 para Windows®, com precisão de 0,01 mm. As medições foram armazenadas em planilhas do Microsoft Excel, onde foram processadas e analisadas.

A partir do processamento dos dados da ANATRO, foram testados quatro modelos de crescimento, apresentados na Tabela 1, por regressão linear com o auxílio do software Microsoft Excel.

**Tabela 1** – Modelos matemáticos para o ajuste das equações de crescimento ao DAP

<b>Modelo</b>	<b>Forma do Ajuste</b>
Polinomial	$y = \beta_0 + \beta_1(\text{Id}) + \beta_2(\text{Id}^2) + \varepsilon$
Hiperbólico	$y = \beta_0 + \beta_1(1/\text{Id}^2) + \varepsilon$
Potência	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Id}) + \varepsilon$
Exponencial	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 (1/\text{Id}) + \varepsilon$

Nota: y: DAP;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$ : parâmetros dos modelos a serem estimados; id: idade (anos);  $\varepsilon$ : erro; ln: logaritmo neperiano.

Fonte: o autor

Para a seleção do melhor modelo de regressão foi observado os critérios estatísticos definidos pelo: coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ), erro padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ) e resíduo.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) determina a quantidade da variação total explicada pela regressão. Quanto mais próximos de 1 for o valor do coeficiente de determinação melhor será o ajuste da linha de regressão (HESS, 2006 e SANTOS, 2012). A obtenção de ( $S_{yx}$ ) se deu pela Equação 1.

$$R^2 = 1 - \sqrt{SQ_{res}/SQ_{tot}} \quad (1)$$

Em que:  $R^2$ : coeficiente de determinação;  $SQ_{res}$ : soma dos quadrados dos resíduos;  $SQ_{total}$ : soma total dos quadrados.

O Erro padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ) indica a dispersão média entre os valores observados e os valores estimados ao longo da regressão centímetros ( $S_{yx}$ ). O valor mais baixo de ( $S_{yx}$ ) expressa a precisão da estimativa (BILA, 2010) e é obtida pela Equação 2:

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{SQ_{res}}{(n-p)}} \quad (2)$$



Em que:  $S_{yx}$ : erro padrão da estimativa;  $SQR_{res}$ : soma dos quadrados dos resíduos;  $n$ : número de observações;  $p$ : número de coeficientes do modelo utilizado.

A análise gráfica dos resíduos em um ajuste de regressão é determinante para o critério de escolha de um modelo. A dispersão dos pontos ao longo do eixo da variável independente indica de forma clara se há tendenciosidade nas estimativas (HESS; STANG; PACHECO, 2012). A Equação 3 representa a equação de resíduo:

$$Res\% = \frac{y_{obs} - y_{est}}{y_{obs}} 100 \quad (3)$$

Em que:  $R$  - resíduos;  $y_{obs}$ : valor observado;  $y_{est}$ : valor estimado pela equação.

Com a equação de crescimento ajustada, foi determinado o Incremento Corrente Anual (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA) em diâmetro. O IMA (Equação 4), expressa a média do crescimento total e a certa idade da árvore. O ICA (Equação 5), expressa o crescimento ocorrido entre o início e o fim da estação, em um período de 12 meses (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

$$IMA = \frac{Y(t)}{t_0} \quad (4)$$

Em que:  $y$ : dimensão da variável considerada  $t_0$ : idade a partir do tempo zero.

$$ICA = Y_{(t+1)} - Y_t \quad (5)$$

Em que:  $Y$ : dimensão da variável considerada;  $t$ : tempo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A formação dos anéis de crescimento é dependente das variações do clima, radiação, temperatura e regime hídrico, que resultam no incremento anual distinto das camadas de crescimento do xilema. Entretanto, quando as árvores são plantadas em regiões com alterações climáticas constantes, as mesmas podem ser afetadas na periodicidade da atividade cambiam e podem ocorrer anéis de crescimento que não correspondem a um ano de crescimento da árvore (ZIMMERMANN; BROWN, 1971, *apud* MUNHOZ, 2011).

A identificação dos anéis de crescimento de *C. lusitanica* de maneira visual, demandou cautela devido à fragilidade da espécie às alterações climáticas, formando inúmeros falsos anéis de crescimento. Das vinte árvores selecionadas para a realização na ANATRO parcial, em apenas 9 foram possíveis identificar, de maneira confiável, os anéis de crescimento.

Com o a validação dos dados da ANATRO, foram obtidos os diâmetros a partir dos 3 anos de idade das árvores, devido as mesmas não conterem valores de diâmetro acumulado na altura do DAP nos anos anteriores. Com isso foram ajustados os 4 modelos matemáticos de crescimento apresentados na Tabela 1 e com a combinação das variáveis de idade e DAP foram obtidos os coeficientes para cada ajuste, conforme apresenta Tabela 2.

**Tabela 2** – Coeficientes e suas perspectivas estatísticas, obtidos para 4 diferentes modelos matemáticos afim de identificar o crescimento em DAP de *C. lusitanica* no planalto de Santa Catarina.

Modelo Linear	Coeficientes			Estatísticas do ajuste	
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	R <sup>2</sup>	S <sub>yx</sub> (cm)
Polinomial	-6,75954	3,99610	-0,124935	0,87	3,1
Hipebólico	23,1394	-217,1212		0,70	4,1
Potência	0,33299	1,12624		0,79	4,1
Exponencial	3,78453	-7,74063		0,88	3,2

Onde:  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$ : parâmetros dos modelos estimados; R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação;

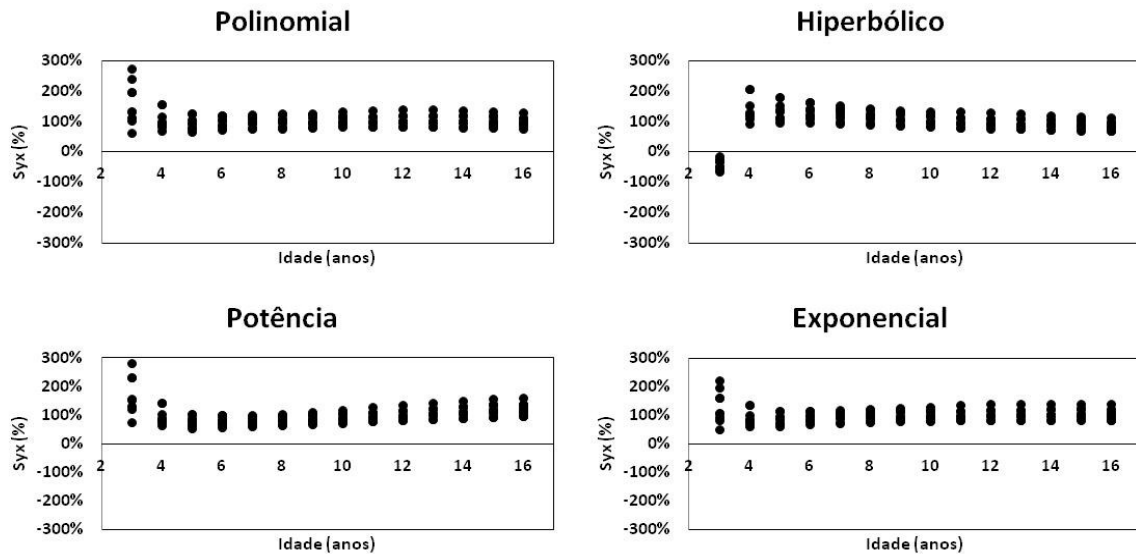
S<sub>yx</sub>: Erro padrão da estimativa.

Fonte: O autor.

Diante dos dados encontrados nos ajustes das equações de crescimento foi possível observar a similaridade nos valores de maior R<sup>2</sup> associado ao menor S<sub>yx</sub> (cm) entre os modelos polinomial (0,87 e 3,13) e exponencial (0,88 e 3,21). Com isso, foi considerada a distribuição gráfica dos resíduos (Figura 2), onde demonstra a similaridade de 3 modelos

matemáticos, polinomial, potencial e exponencial, sendo o hiperbólico o modelo que mais se distinguiu dos demais. Mesmo com análise gráfica sendo semelhantes entre os modelos, pode-se observar que a variação dos resíduos foi menor no modelo matemático exponencial, sendo assim, o mesmo selecionado para a análise de crescimento de *C.lusitanica*.

**Figura 2** – Gráficos representando a distribuição dos resíduos em porcentagem dos quatro modelos matemáticos testados.



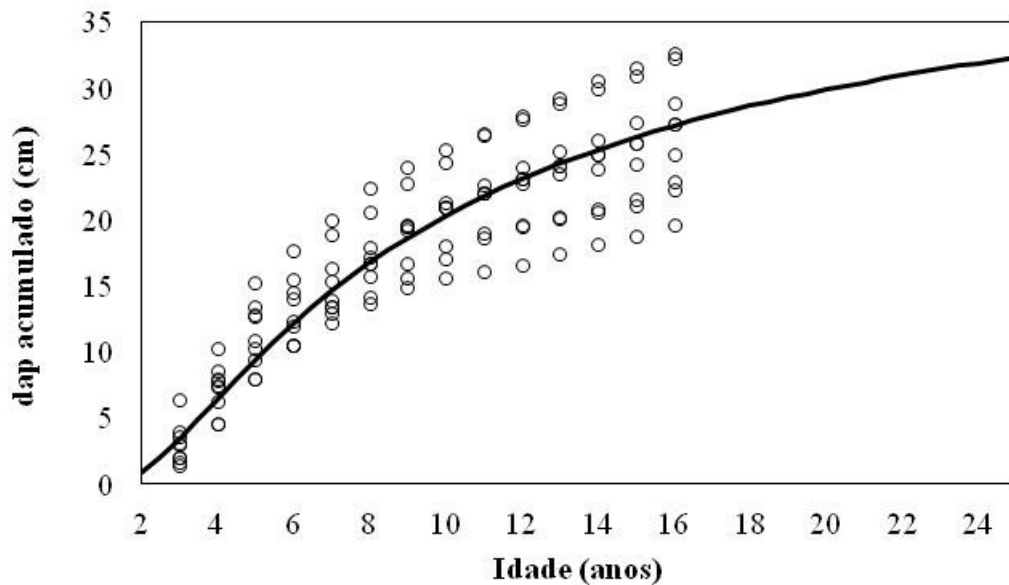
Fonte: O autor.

Em uma representação gráfica, o crescimento parece uma curva sigmoidal, em que a primeira fase corresponde à fase juvenil, a segunda à fase madura e a terceira à fase senil. Cada fase mantém um ritmo de crescimento característico da vida total da árvore e juntos eles formam a curva de crescimento (IMANÃ-ENCINAS et al., 2005). É possível observar que os modelos polinomial e exponencial possuem semelhanças no gráfico de distribuição dos resíduos (figura 2) bem como nos dados de  $R^2$  e  $S_{yx}$  (cm) (tabela 2), porém a curva de crescimento do modelo polinomial apresentou diferença no comportamento sigmoidal, optando assim, pelo modelo exponencial que obteve os melhores valores para o ajuste do modelo matemático, apresentou melhor distribuição de resíduos e apresentou ainda uma curva de crescimento de acordo com o esperado (Figura 3).

De acordo com os dados apresentados na Figura 3 com referência ao crescimento acumulado em DAP médio para as árvores de *C. lusitanica*, o maior diâmetro aos sete anos foi de 20,0 cm e a média geral foi de 14,5 cm em um espaçamento de 6,2 m<sup>2</sup>. Lima (2010) avaliando o efeito da densidade inicial no diâmetro de *P taeda*, analisou os dados até a idade de sete anos e encontrou um DAP médio de 15,4 cm para o espaçamento de 7,5 m<sup>2</sup> por planta.

Já Pacheco et al. (2015) reportou um diâmetro de 13,3 cm aos sete anos no mesmo espaçamento. *C. lusitanica*, no presente trabalho, superara o crescimento de *P. taeda* encontrado Pacheco et al. (2013) e encontra-se pouco abaixo do reportado por Lima (2010) e, mesmo estando em um menor espaçamento vital entre plantas.

**Figura 3** – Crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP) acumulado das nove árvores analisadas até os 16 anos (marcadores circular). Média do diâmetro acumulado das árvores ao decorrer dos 16 anos e projetados até os 25 anos (linha cheia).



Fonte: O autor.

No povoamento estudado, foi possível observar que a mesma atingiu 22,0 cm sem casca aos 11 anos de idade, crescimento este considerado satisfatório, tendo por base que o povoamento analisado não recebeu desbastes. Elesbão e Schneider (2011) reportam um diâmetro médio com casca de 24,3 cm para *P. taeda* sem desbaste aos 11 anos de idade, resultado semelhante ao obtido no presente estudo.

Berger (2000), estudou o crescimento de *Eucalyptus saligna* em diferentes espaçamentos, constatou que aos 10 anos com espaçamento de 6 m<sup>2</sup> as árvores apresentaram um DAP de 20,2 cm. Valores próximos foram encontrados para *C. lusitanica* na mesma idade, apresentando diâmetro de 21,1cm. Entretanto, observou no presente estudo que houve indivíduos dominantes, que aos 10 anos de idade, apresentavam DAP superior a 25 cm sem casca, superando o encontrado por Berger (2000) para *E. saligna*.

Aos dezesseis anos, as árvores de *C. lusitanica* apresentaram a média de 27,1 cm de diâmetro. Batista (2014) analisando o crescimento de *Eucalyptus dunnii* em diferentes sítios no planalto de Santa Catarina constatou que aos dezesseis anos as árvores atingiram pouco mais de 30 cm no sítio III. Entretanto, se for observado os indivíduos potenciais de *C. lusitanica* no presente estudo, pode-se registrar um diâmetro de 32,0 cm sem casca, indicando haver grande potencial para estudos de seleção e melhoramento genético com consequente aumento da homogeneidade e produtividade de povoamentos de *C. lusitanica*.

Ao comparar *C. lusitanica* com *Cunninghamia lanceolata* (Lambert) Hooker em um estudo para a região Sul do Brasil, espécie com potencial madeireiro, porém pouco cultivada, Dobner et al. (2016), observou que o DAP médio aos 21 anos atingiu 24,8 cm, enquanto para *C. lusitanica* a média projetada aos 21 anos foi de 30,7 cm de diâmetro, ambos os povoamentos não sofreram desbastes.

Após os dezoito anos de idade, o crescimento em DAP das árvores de *C. lusitanica* estudadas permaneceu praticamente estagnado, tendo apresentado um incremento projetado de apenas 3,7 cm no período 18-25 anos. A estagnação do crescimento está relacionada, possivelmente, à falta de desbastes no povoamento.

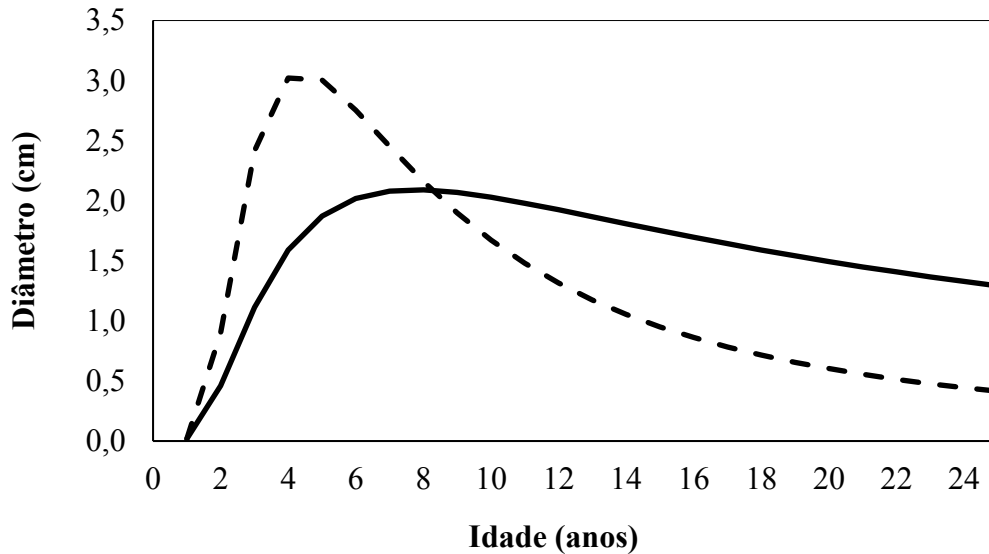
Para *C. lusitanica* aos 3 anos a média em diâmetro dos indivíduos foi de 3,3 cm e aos 6 anos 12,1 cm. Munhoz (2011) caracterizando os padrões de crescimento de *P. taeda* no sul do Brasil, observou em 4 regiões estudadas, um maior ritmo de crescimento entre 2 a 6 anos de idade apresentando 3,5 e 13,5 cm de diâmetro, respectivamente, diâmetros superiores no do presente estudo. Porém, segundo o mesmo autor, evidenciou que as árvores estudadas continuaram o seu crescimento em diâmetro até os 9 anos, posterior a isso o crescimento aconteceu de forma mais lenta, sendo que os maiores indivíduos em diâmetro alcançaram 18,5 cm de DAP, sem notável diferença nas quatro regiões avaliadas pelo autor. No presente estudo, as árvores de *C. lusitanica* atingiram média de 19,5 cm aos 9 anos, entretanto, houve indivíduos que atingiram 24,4 cm de diâmetro. A queda de crescimento em diâmetro pode ser observada depois dos 12 anos do povoamento.

O crescimento da *C. lusitanica* se assemelha ao crescimento de *Pinus* para a região estudada, entretanto é notável o aparecimento de indivíduos com potenciais de crescimento em diâmetro maiores do que a média, estando assim, propensos a estudos de melhoramento genético e formas de manejo que contribuam ao seu desenvolvimento.

O incremento corrente anual em diâmetro das árvores estudadas culminou por volta dos 4 anos, com valores próximos a 3,0 cm (Figura 4). A partir de então, como é esperado, o incremento corrente apresentou uma forte redução. Observou-se ainda que a curva de IMA

culminou aos 7 anos com 2,0 cm, pouco depois, aos 8 anos interceptou a curva de ICA. De acordo com Coelho e Hosokawa (2010) caso fosse realizado o desbaste antes da culminação do ICA aos quatro anos, o incremento em diâmetro teria se mantido em níveis elevados por mais tempo.

**Figura 4** – Incremento corrente anual (ICA) em DAP (linha tracejada) e incremento médio anual (linha cheia), ao longo dos anos para *C. lusitanica* no Planalto Sul de Santa Catarina.



Fonte: O autor.

Pacheco (2013) reportou culminação do IMA e interceptação deste com o ICA, para *P. taeda* aos 6,3 anos com espaçamento de 2,0 m<sup>2</sup>, no Estado do Paraná. Espessamento esse mais adensado se comparado ao do estudo apresentado. De acordo com o mesmo autor a interceptação das curvas foi postergada quando o espaçamento vital era maior, sendo que com um espaçamento de 7,5 m<sup>2</sup> as curvas cruzaram aos 7,2 anos. Leite et al. (2006) explica que para *P. taeda* os cruzamentos mais precoces das curvas de IMA e ICA referente ao DAP, acontecem em espaçamentos mais adensados.

Para os indivíduos de *C. lusitanica*, no presente estudo, a média de crescimento em diâmetro dos indivíduos chegou a 27,1 cm aos 16 anos, constatando valores semelhantes para *Pinus* e *Eucalyptus*. Entretanto notou-se indivíduos com potencial superior à média podendo chegar a 32,0 cm na mesma idade.

## 4 CONCLUSÃO

Os dados do presente estudo permitiram concluir que:

- É possível efetuar a determinação dos anéis de crescimento de *C. lusitanica* de maneira visual, porém há uma grande dificuldade no discernimento dos anéis verdadeiros dos falsos anéis;
- Apesar de estudos adicionais serem necessários para indivíduos com maior potencial de crescimento, *C. lusitanica* atingiu valores semelhantes aos encontrados na bibliografia estudada para *Pinus* e *Eucalyptus*, além de apresentar valores superiores a outras espécies com potencial madeireiro o que reforça o interesse da espécie estudada para o manejo florestal no Sul do Brasil.
- Aos 15 anos de idade a essência florestal estudada reportou DAP médio sem casca de 25 cm, além de conter indivíduos potenciais que apresentam crescimento superior;
- O Incremento corrente anual em diâmetro culminou aos 4 anos com 3,0 cm, povoamento sem manejo de desbaste;
- A curva de IMA culminou e interceptou a curva de ICA entre 7-8 anos com 2,0 cm.
- O modelo de crescimento que apresentou melhor ajuste foi o Exponencial, o mesmo apresentou melhor distribuição no gráfico de resíduos e melhor representação gráfica da curva de crescimento.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS- ACR; **Anuário Estatístico de Base Florestal Para o Estado de Santa Catarina 2016 (Ano Base 2015)**. Lages: STPC- Engenharia de Projetos Ltda, 2016. 105 p.

BATISTA, K. M. **Análise do crescimento e desempenho econômico-financeiro de povoamentos de *Eucalyptus dunnii* em diferentes sítios no planalto catarinense**. 2014. 56p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna smith* sob o efeito do espaçamento e da fertilização**. 2000. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

BILA, Jacob Miguel et al. **LASSIFICAÇÃO DE SÍTIOS COM BASE EM FATORES EDÁFICOS PARA *Pinus caribaea* var. *hondurensis* NA REGIÃO DE PRATA, MINAS GERAIS**. 2010. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/19014/19056>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

CARPANEZZI, A. A.; NEVES, E. J. M.; AGUIAR, V. A.; SOUZA, V. A.; **Espécies lenhosas alternativas para fins econômicos no Paraná. Anais do II Seminário de Atualização Florestal**, 2010. 9 p.

COELHO, Vitor Cezar Miessa; HOSOKAWA, Roberto Tuyoshi. Nelson Yoshihiro Nakajima: **Avaliação do manejo da produção econômica de madeira de *P. taeda*. Com características qualitativas superiores**. 2010. Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/defesas/pdf\\_ms/2010/d553\\_0747-M.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/defesas/pdf_ms/2010/d553_0747-M.pdf)>. Acesso em: 04 maio 2017.

DOBNER, M. JR.; TRAZZI, P. A.; MACHADO, S. A.; HIGA, A. R.; **Aspectos dendrométricos e silviculturais de *Cunninghamia lanceolata* no sul do Brasil**. Revista Floresta, Março de 2016

ELESBÃO, L. E. G.; SCHNEIDER, P. R.; **Produção do *P. taeda* em povoamento desbastado na região dos campos de cima da serra, rio grande do sul**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 1, p.119-124, mar. 2011.

EMBRAPA (1988): **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**, CNPF, Colombo: EMBRAPA, 113 p.



ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. **Idade e Crescimento das Árvores.** Comunicações Técnicas Florestais, v.7, n.1, dez. 2005

HESS, A. F. **Inter-relações no crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em diferentes locais do Rio Grande do Sul.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) –UFMS, RS. Santa Maria, RS. 178 p. 2006.

HESS, A. F.; STANG, M. B.; PACHECO, J. M. Ajuste de relação hipsométrica para *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage no Planalto Catarinense, SC. **ANAIS** do 11º Congresso Florestal Estadual do RS e 2º Seminário Mercosul da Cadeia Madeira, Nova Prata, RS - 24 a 26 de setembro de 2012.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration.** New York: Ronald Press Co., 1982. 410 p.

IMANÃ ENCINAS, J.; SILVA, G. F. da; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento das árvores. **Comunicações técnicas florestais, Brasília**, UFB, Departamento de Engenharia Florestal, v.7, n.1, 2005. ISSN 1517-1922. 43p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES- IBÁ. **Relatório Ibá 2015.** Elaboração LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; MOREIRA, A. M. **Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *P. taeda*L.** *Revista Árvore, Viçosa*, v.30, n.4, p.603-612, 2006.

LIMA R. **Crescimento de *P. taeda*L. em diferentes espaçamentos.** 2010. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste. Irati, 2010.

MARCHIORI, J. N. C.; **Dendrologia das gimnospermas.** Santa Maria, Editora UFSM, 2005. 161p.

MUNHOZ, J. S. B.; **Caracterização da produtividade florestal e dos padrões de crescimento de *P. taeda*L. no sul do Brasil através da análise de tronco.** 2011. 117 p. Dissertação (Mestre em Ciências) Universidade de São Paulo Escola superior de Agricultura Luiz Queiroz, 2011. 117 p.

NAGEL, J.; ATHARI, S. Stammanalyse und ihre Durchführung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, **Frankfurt am Main**, v. 153, n. 9/10, p. 179-182, 1982.

NICHOLAS I et al. (2008). Redwoods I. Nicholas (Ed.) **Best Practice with Farm Forestry Species** No. 3 Retrieved from <http://www.scionresearch.com/general/publications/technical->

[reports/forest-management/other-species2/redwood-handbook#gsc.tab=0](#). Acessado em 03 de mar de 2017.

OKINO, E. Y. A.; TEIXEIRA, D. E.; SOUZA, M. R. de; SANTANA, M. A. E.; SOUSA M. E. de; Propriedades de chapas OSB de *Eucalyptus grandis* e de *Cupressus glauca*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 123-131, jun. 2008.

OKINO, E. Y. A.; SANTANA, M. A. E.; ALVES, M. V.; MELO, J. E.; CORADIN, V. T. R.; SOUZA, M. R.; TEIXEIRA, D. E.; SOUSA, M. E. Technological Characterization of *Cupressus* spp. Wood. **Floresta e Ambiente** N. 17(1), p.1-11, 2010.

PACHECO, J. M.; FILHO, A. F.; DIAS, A. N.; MACHADO, A. S.; LIMA, R. Efeito da densidade inicial no crescimento de *P. taeda* L. na região Centro Sul do Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 1, p.353-365, 1 jun. 2015.

PACHECO, J. M.; **Influência do espaçamento no crescimento de *P. taeda* L. na região Centro-Sul do Paraná**. 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro-oeste, Unicentro Campus de Irati, Paraná, Irati- Pr.

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, R. C. V. **Propriedades da madeira de *Cupressus lusitanica* Mill**. 2003. 5p. Colombo- PR: Embrapa, 2003.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P.; **Mensura Florestal**. San José, Costa Rica: IICA, julho de 1997. 572 p.

ROSOT, M. A. D.; FILHO, A. F. DISPARATI, A. A.; EMERENCIANO, D. B.; Análise de tronco digital: uma nova metodologia para a medição de anéis de crescimento. **Revista Floresta**. Agosto de 2003. 235- 255 p.

ROSOT, M. A. D.; **Processamento de imagens aplicado á medição de anéis de crescimento na análise do tronco**. 2002. 206 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2002.

SANTOS, R. C. **Curvas de crescimento em altura e índice de sítio de povoamentos clonais de *Eucalyptus spp.* na Chapa do Araripe, Pernambuco**. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais). UFPE. Recife, PE. 84 p.,2012.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao Manejo florestal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1993. 348p.

SCOLFORO, J.R.S. **Biometria florestal**: modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 441p.

SHIMIZU, J. Y.; JUNIOR, U. R.; CANCELA, K. C.; MAIOCHI, R. A.; **Cedrinho como Alternativa para Produção de Madeira em Pequenas Propriedades Rurais**. 2006. 3p. Colombo- PR: Embrapa, 2006.

SNIF- Sistema Nacional de Informação Florestal- *Cadeia Produtiva*. 2016.

XAVIER, S. A.; FUKAMI, J.; MIOTTO, L. C. V.; SOBOTTKA, R. P.; NAKATANI, S. H.; TAKAHASHI, L. S. A.; MACHADO, M. H.; Superação da dormência de sementes de *Cupressus lusitanica* Mill. **Semana: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1041-1046, maio/jun. 2012.