

**CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE QUATRO ESPÉCIES DE *Eucalyptus* spp.  
EM CANOINHAS – SC (NOTA CIENTÍFICA)<sup>1</sup>**

**GROWTH AND SURVIVAL OF FOUR SPECIES OF *Eucalyptus* spp.  
AT CANOINHAS – SC (SCIENTIFIC NOTE)**

Eraldo Antonio BONFATTI JÚNIOR<sup>2,4</sup>; Elaine Cristina LENGOWSKI<sup>3</sup>

**RESUMO** – O presente trabalho teve como objetivo analisar o crescimento e taxa de sobrevivência de um plantio florestal experimental com quatro espécies do gênero *Eucalyptus*, *E. dunnii*, *E. benthamii*, *E. cloesiana* e *E. saligna*, na cidade de Canoinhas – SC. O talhão florestal contém 10 linhas com 25 árvores cada, a um espaçamento 3 m x 3 m em área de 2.250 m<sup>2</sup> com idade de 5 anos. O censo florestal foi realizado com trena e fita métrica para a medição do diâmetro e hipsômetro para a medição em altura. As medições foram realizadas nos anos de 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016. Foram calculados a taxa de sobrevivência, o Incremento Médio Anual – IMA e o Incremento Corrente Anual – ICA ao longo dos anos. Também foram avaliadas a distribuição diamétrica e a altura média para cada espécie. Os melhores IMAs foram de *E. benthamii*, *E. dunnii* e *E. saligna*, respectivamente 46,21, 42,87 e 40,77 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A espécie com o pior desempenho foi *E. cloesiana* com 12,24 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. As espécies *E. benthamii*, *E. dunnii* e *E. saligna* atingiram a idade técnica de corte. As taxas de sobrevivência foram de 96% para *E. dunnii*, 94% para *E. saligna*, 82% para *E. benthamii* e 80% para *E. cloesiana*. Os resultados permitem dizer que a espécie *E. cloesiana* é a menos adaptada para o clima do local de estudo, com baixa taxa de sobrevivência e menor crescimento.

Palavras-chave: eucalipto; incremento corrente anual; incremento médio anual; altura; DAP; volume.

**ABSTRACT** – The present work aimed to analyze the growth and survival rate of an experimental forest plantation with four species of the genera *Eucalyptus*, *E. dunnii*, *E. benthamii*, *E. cloesiana* and *E. saligna*, in the city of Canoinhas – SC. The forest area contains 10 lines with 25 trees each, at a spacing of 3 m x 3 m with an area of 2,250 m<sup>2</sup> and five years old. The forest census was carried out with measuring tape for diameter measurement and hypsometer for height measurement.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 05.01.2017. Aceito para publicação em 23.02.2017.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná – UFPR – Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Avenida Prefeito Lothário Meissner, 632, 80210-170, Curitiba, PR, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade do Contestado – UnC – Campus de Canoinhas, Rua Roberto Ehlke, 86, 89460-000, Canoinhas, SC, Brasil.

<sup>4</sup>Autor para correspondência: Eraldo Antonio Bonfatti Júnior – bonfattieraldo@gmail.com

Measurements were made in 2012, 2013, 2014, 2015 and 2016. The survival rate, the Mean Annual Increment – MAI and the Periodic Annual Increment – PAI over the years were calculated. The diameter distribution and mean height for each species were also evaluated. The best MAIs were *E. benthamii*, *E. dunnii* and *E. saligna*, respectively 46.21, 42.87 and 40.77 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>. The species with the worst performance was *E. cloesiana* with 12.24 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>. The species *E. benthamii*, *E. dunnii* and *E. saligna* reached the technical cutting age. The survival rates were 96% for *E. dunnii*, 94% for *E. saligna*, 82% for *E. benthamii* and 80% for *E. cloesiana*. The results suggest that the *E. cloesiana* species is less adapted to the climate of the study site, with a lower survival rate and lower growth.

Keywords: eucalypt; periodic annual increment; mean annual increment; height; DBH; volume.

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* é amplamente plantado no Brasil para a produção de matéria-prima para diversas finalidades, em razão do seu rápido crescimento, boa adaptação ecológica e boa qualidade da madeira (Berger et al., 2002). De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ, tendo o ano de 2015 como base, existem 5,6 milhões de hectares plantados com eucalipto no Brasil. Já no estado de Santa Catarina, a cobertura de florestas plantadas de espécies do gênero *Eucalyptus* é de 116.250 ha. O estado supracitado segue a tendência típica da região Sul do Brasil de ter maior área de plantio de espécies do gênero *Pinus*, totalizando 542.662 ha, uma vez que estas espécies são mais adaptadas ao clima frio (IBÁ, 2016).

A produtividade volumétrica do eucalipto no Brasil é mundialmente reconhecida, e em 2015 o país manteve sua liderança no ranking global de produtividade florestal. A produtividade média dos plantios de eucalipto no Brasil foi de 36 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, esta produtividade vem aumentando a uma taxa de 0,7% ao ano e tem potencial de alcançar valores maiores devido as condições edafoclimáticas favoráveis (IBÁ, 2016).

A produção florestal é definida como a quantidade total de volume, ou outra variável, acumulada num determinado período de tempo,

podendo a produção de um povoamento ser expressa por uma equação de produção, o crescimento pode ser obtido ao se derivar esta equação. Os termos mais usuais em relação ao crescimento florestal são: Incremento Corrente Anual – ICA e Incremento Médio Anual – IMA (Campos e Leite, 2013).

A definição da espécie a ser plantada é a primeira etapa de um projeto de reflorestamento, levando-se em consideração o objetivo da produção (uso da madeira) e as condições edafoclimáticas da região. Cada espécie se desenvolve em um ambiente adequado e por isso é indicado realizar testes para averiguar a adaptação do material ao ambiente (Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF, 2017).

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi analisar o crescimento de um povoamento florestal experimental com quatro espécies do gênero *Eucalyptus* no município de Canoinhas – SC, para identificar as espécies mais promissoras e fomentar recomendações de plantio.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Canoinhas, estado de Santa Catarina (Figura 1). O talhão analisado está localizado a uma latitude de 26°07'37"S, longitude de 050°23'41"W e altitude de 780 metros acima do nível do mar.

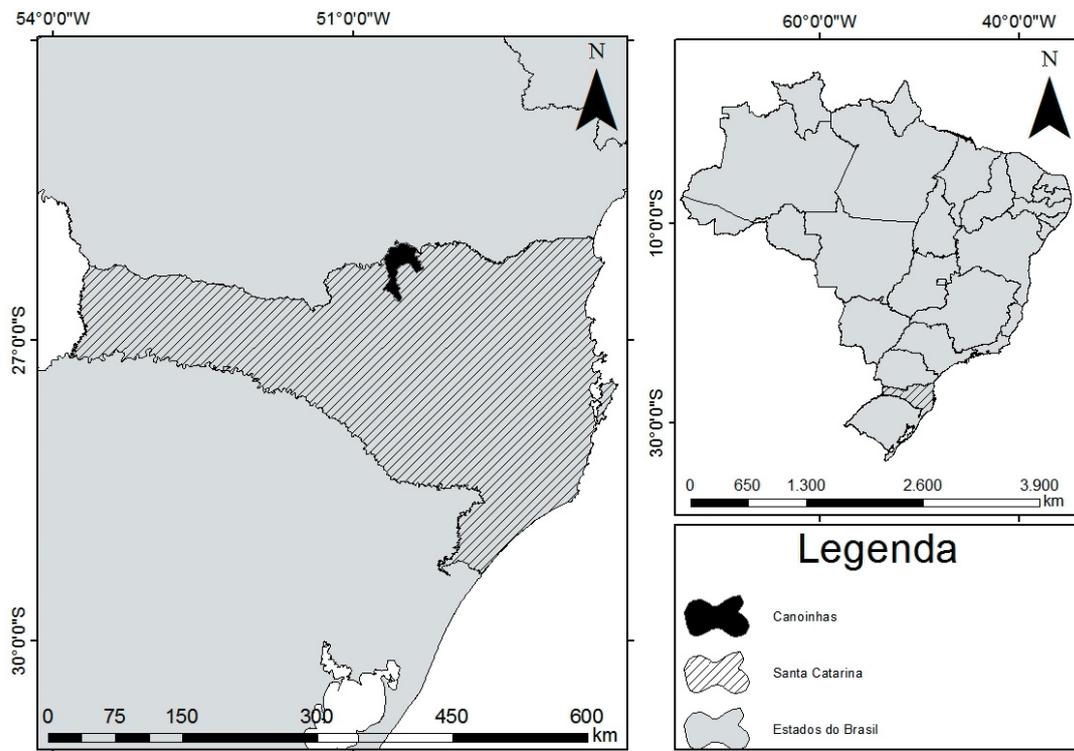


Figura 1. Localização de Canoinhas – SC.

Figure 2. Location of Canoinhas – SC.

O bioma predominante no município é a Mata Atlântica, tendo sua cobertura vegetal classificada como Floresta Ombrófila Mista. Seu relevo é constituído de um planalto de superfícies planas, onduladas e montanhosas com denudação periférica. O solo apresenta média e boa fertilidade e textura argilosa (Dallabrida, 2015).

O clima na região é do tipo Cfb, segundo a classificação climática de Köppen e Geiger (1928), sem estação seca, com verões frescos e geadas frequentes em junho, julho e agosto, temperatura média de 17,0 °C e pluviosidade média anual de 1.460 mm.ano<sup>-1</sup> (Climate-Data, 2017).

O talhão florestal com árvores de cinco anos contém 10 linhas com 25 árvores plantadas em espaçamento 3 m x 3 m em uma área de 2.250 m, sendo a primeira e a segunda linha de *E. benthamii*; a terceira, quarta, quinta e a sexta linha são da espécie *E. dunnii*; a sétima e a oitava linha são de *E. saligna*, e a nona e a décima linha são de *E. cloesiana*. O plantio aconteceu em 2011 e as coletas de dados aconteceram nos anos de 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016.

A coleta de dados (censo florestal) foi realizada com trena e fita métrica para medição do diâmetro do fuste à altura de 1,30 m do solo (Diâmetro a Altura do Peito – DAP) e hipsômetro para altura total da árvore. Com esses resultados foi determinado o volume pelo método do fator de forma 0,45 (Equação 1), descrito por Oliveira et al. (1999) para povoamentos de *Eucalyptus* spp.

$$v = h \times g \times 0,45 \quad (1)$$

Em que: v = volume calculado da árvore, m<sup>3</sup>; h = altura total da árvore, m; g = área transversal, m<sup>2</sup>; 0,45 = fator de forma empregado.

Para análise do crescimento em altura e diâmetro, foram calculados as alturas médias e os aumentos anuais de altura em 2015 e 2016, e as áreas basais médias das árvores e os aumentos anuais em área basal em 2015 e 2016. A taxa de sobrevivência foi determinada pela razão entre as árvores vivas em 2016 e o número de árvores plantadas e está expressa em porcentagem.

Através dos dados coletados foram calculados o ICA (Equação 2) ao longo dos anos e o IMA (Equação 3) (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2016), para cada espécie.

$$ICA_t = Vol_t - Vol_{t-1} \quad (2)$$

$$IMA_t = \frac{Vol_t}{Idade_t} \quad (3)$$

Em que:  $ICA_t$  = incremento corrente anual no período t;  $Vol_t$  = volume do talhão no período, em  $m^3 \cdot ha^{-1}$ ;  $Vol_{t-1}$  = volume do talhão no período  $t-1$ , em  $m^3 \cdot ha^{-1}$ ;  $IMA_t$  = incremento corrente anual no período t;  $Idade_t$  = idade do talhão no período t, em anos.

O volume bruto de madeira no povoamento foi calculado através do somatório do volume de cada árvore, e também distribuído por espécie. Para ilustrar a distribuição diamétrica, foram construídos histogramas para cada espécie, o número de classes e sua amplitude foram calculados de acordo com a metodologia proposta por Sturges (1926) (Equação 4 e Equação 5).

$$K = 1 + 3,322 \times \log_{10}(n) \quad (4)$$

$$W = \frac{I - i}{k} \quad (5)$$

Em que: K = número de classes; n = número de indivíduos amostrados; W = amplitude das classes; I = maior DAP encontrado; i = menor DAP encontrado.

O fator de proporcionalidade é o valor que expressa quantas vezes as variáveis coletadas em uma unidade amostral representam, em termos numéricos, grandezas em um hectare,

este valor é usado quando se quer comparar unidades amostrais de dimensões diferentes, pois as coloca em igual escala (Sanquetta et al., 2014). A área basal e volume foram calculados aplicando-se o fator de proporcionalidade (Equação 6).

$$F = \frac{10000}{a} \quad (6)$$

Em que: F = fator de proporcionalidade; 10000 = área de um hectare em  $m^2$ ; a = área da coleta de dados em  $m^2$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie que apresentou menor taxa de sobrevivência foi *E. cloesiana* (80%), seguida de *E. benthamii* (90 %) e *E. saligna* (94 %). A maior taxa (96,0 %) foi da espécie *E. dunnii*.

A Tabela 1 mostra o crescimento em altura e em área basal nos anos de 2015 e 2016. As espécies *E. benthamii*, *E. dunnii* e *E. saligna* apresentaram comportamentos semelhantes. Já a espécie *E. cloesiana* teve desempenho muito inferior em ambos os parâmetros. É possível observar que a taxa de crescimento em altura, crescimento primário, das espécies *E. benthamii*, *E. dunnii*, *E. saligna* diminuiu no último ano, enquanto a taxa de crescimento em área basal, crescimento secundário, se manteve ou pouco variou. Isso mostra que as árvores dessas espécies estão conservando o investimento no crescimento secundário para sustentar o peso do fuste e da copa. A espécie *E. cloesiana*, que foi a de crescimento mais lento, continua investindo em crescimento primário.

Tabela 1. Crescimento em altura e em área basal em 2015 e 2016 das quatro espécies de *Eucalyptus* spp.

Table 1. Growth in height and basal area in 2015 and 2016 of the four *Eucalyptus* species.

Parâmetros	Espécie							
	<i>E. benthamii</i>		<i>E. dunnii</i>		<i>E. saligna</i>		<i>E. cloesiana</i>	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Altura média, m	20,28	20,97	19,52	20,55	19,68	20,6	8,36	12,84
Crescimento médio, m.ano <sup>-1</sup>	5,07	4,20	4,88	4,11	4,92	4,12	2,09	2,57
Área basal média, m <sup>2</sup>	0,019	0,023	0,017	0,025	0,019	0,022	0,008	0,012
Crescimento médio, m <sup>2</sup> .ano <sup>-1</sup>	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,002	0,002

Os melhores IMAs foram de *E. benthamii* e *E. saligna*, respectivamente 46,22 e 43,50 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A espécie *E. dunnii* apresentou IMA de 40,77 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e a espécie com o pior desempenho, em linha com a taxa de sobrevivência, crescimento em altura e em área basal, foi *E. cloesiana* com 12,84 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Apenas essa espécie teve crescimento menor do que 36 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, apresentado por IBÁ (2016) como a produtividade média do cultivo de eucalipto no Brasil.

Através do ICA foi possível analisar o desempenho de cada espécie ano a ano. Conforme mostrado na Tabela 2, as espécies *E. benthamii*, *E. dunnii* e *E. saligna* apresentaram crescimento semelhante nos três primeiros anos, porém no quarto ano a espécie *E. benthamii* teve um salto superior às outras duas espécies, que apresentaram crescimentos próximos ao ano anterior, já para o quinto ano as três espécies desaceleraram no ICA. A espécie *E. cloesiana* teve ICA inferior em todos os anos, mostrando uma taxa de crescimento muito lenta.

Tabela 2. Evolução dos ICAs ao longo dos anos das quatro espécies de *Eucalyptus* spp.

Table 2. Evolution of ICAs over the years of the four *Eucalyptus* species.

Espécies	2012 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	2013 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	2014 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	2015 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	2016 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
<i>E. benthamii</i>	3,88	23,43	62,05	101,01	40,70
<i>E. dunnii</i>	4,57	21,25	62,18	71,96	44,41
<i>E. saligna</i>	5,82	29,5	72,68	74,93	33,19
<i>E. cloesiana</i>	0,87	3,36	12,74	19,99	24,23

O encontro entre IMA e ICA representa a idade técnica de corte, ou seja, o povoamento florestal atingiu o valor máximo de produção de volume por unidade de área por ano (Ferreira e Timoni, 1980; Dias et al., 2005; Rezende e Oliveira, 2013). A Figura 2 apresenta as funções de IMA e ICA para as quatro espécies. As espécies *E. benthamii* e *E. saligna* já atingiram a idade técnica de corte (Figura 2a e Figura 2c), a espécie *Eucalyptus dunnii* está muito próxima de atingi-la (Figura 2b), já a espécie *E. cloesiana*, que tem taxa de sobrevivência inferior e crescimento mais lento que as demais, está muito distante da idade técnica de corte (Figura 2d).

A Figura 3 mostra as distribuições das classes diamétricas dos DAPs das espécies estudadas.

A população da espécie *E. benthamii* está distribuída em sete classes diamétricas com amplitude de 3,0 cm, sendo a classe com maior número de indivíduos a de 18,0-21,0 cm (Figura 3a). Já a população de *E. dunnii* está distribuída em oito classes diamétricas com amplitude de 1,3 cm, sendo a classe com maior número de indivíduos a de 16,7-18,0 cm (Figura 3b). Para a população da espécie *E. saligna*, foi encontrada uma distribuição de sete classes diamétricas com amplitude de 2,10 cm, sendo a classe de 14,1-16,2 cm a que apresentou maior número de indivíduos (Figura 3c). A população da espécie *E. cloesiana* está distribuída em sete classes diamétricas com amplitude de 1,4 cm, sendo a classe com maior número de indivíduos a 13,9-15,3 cm (Figura 3d).

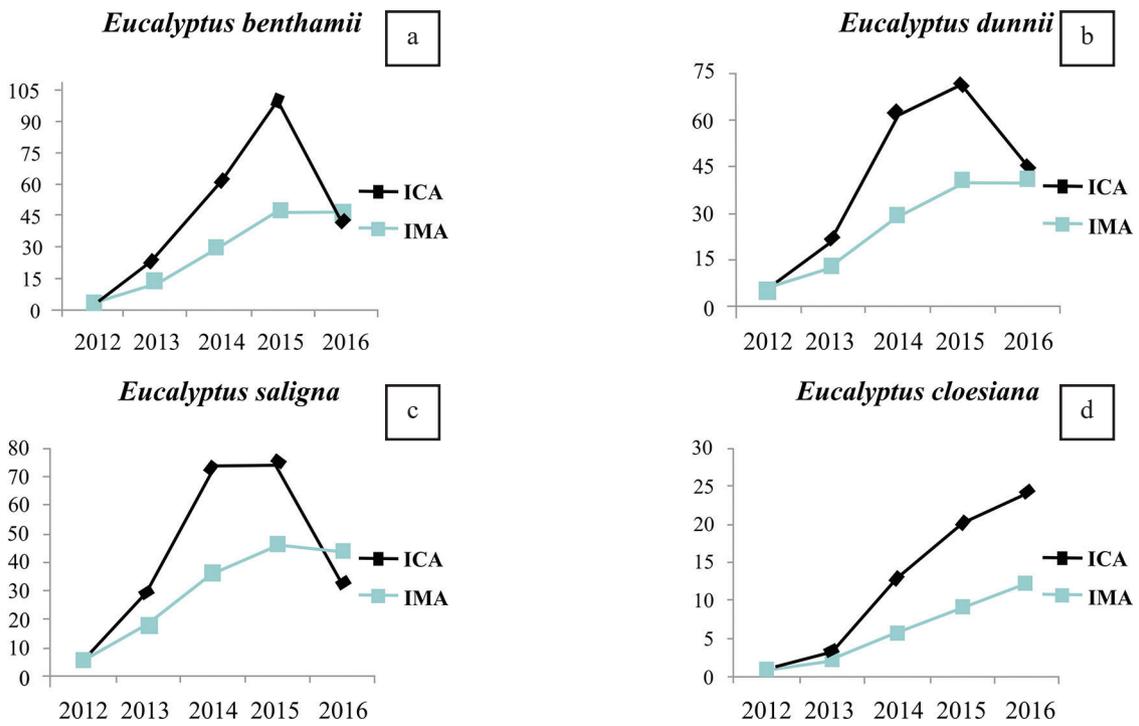


Figura 2. IMA x ICA ao longo dos anos para as quatro espécies de *Eucalyptus* spp.

Figure 2. IMA x ICA over the years for the four *Eucalyptus* spp. species.

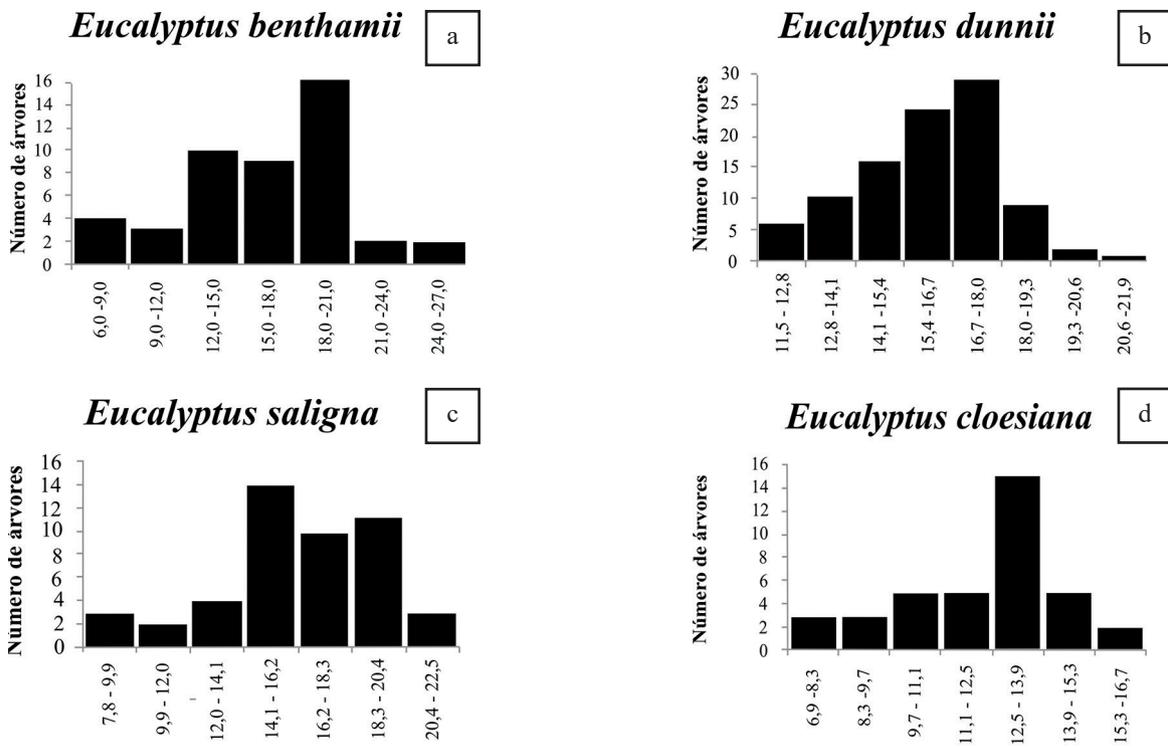


Figura 3. Distribuição dos DAPs das quatro espécies de *Eucalyptus* spp.

Figure 3. DBHs distribution of the four *Eucalyptus* spp. species.

#### 4 CONCLUSÕES

As espécies *E. benthamii* e *E. saligna* apresentaram os melhores IMAs, seguidas por *E. dunnii*. Apesar do desempenho inferior de *E. dunnii*, a não recomendação da espécie não é segura, uma vez que o desempenho desta espécie foi próximo das duas primeiras.

Os resultados permitem concluir que a espécie *E. cloesiana* é a menos adaptada às condições edafoclimáticas da região de estudo, com maior taxa de mortalidade e menor crescimento.

Do quinto para o sexto ano, foi observada queda abrupta dos IMAs das três espécies de melhores desempenhos.

Quando cruzamos dados de IMAs com ICAs constata-se que, com aproximadamente cinco anos, as espécies *E. benthamii* e *E. saligna* já chegaram à idade técnica de corte, ou seja, o sítio não permite ganhos em crescimento satisfatórios a partir desse ponto. A espécie *E. dunnii* está bem próxima de atingir a idade técnica de corte.

A espécie *E. cloesiana* ainda apresenta aumento no IMA, porém muito insatisfatório.

As quatro espécies apresentaram distribuições dos DAPs distintas, com amplitude de classes diferentes.

É recomendado que novos estudos com as três melhores espécies sejam feitos, variando-se os tratamentos silviculturais para se conhecer melhor o comportamento de cada espécie.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGER, R. et al. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 75-87, 2002.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Viçosa-MG: UFV, 2013. 605 p.

CLIMATE-DATA. **Clima: CANOINHAS**. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/43657/>>. Acesso em: 2 jan. 2016.

DALLABRIDA, V.R. **Indicação geográfica e desenvolvimento territorial: reflexões sobre o tema e potencialidades no Estado de Santa Catarina**. São Paulo: Liber Ars, 2015. 296 p.

DIAS, A.N. et al. Emprego de um modelo de crescimento e produção em povoamentos desbastados de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 29, n. 5, p. 731-739, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Árvore do conhecimento: Eucalipto**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/arvore/CONT000h018teyx02wx7ha07d3364ani5o3a.html>>. Acesso em: 4 jan. 2016.

FERREIRA, C.A.; TIMONI, J.L. Contribuição ao estudo da época de corte em povoamentos de *Eucalyptus* spp. **Silvicultura**, v. 14, p. 85-86, 1980.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório anual 2016**. Brasília, DF, 2016. 100 p.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Indicações para a escolha de espécies de *Eucalyptus***. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

OLIVEIRA, J.T.S. et al. Caracterização de madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1 – avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 113-124, 1999.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. Análise econômica e social de projetos florestais. Viçosa-MG: UFV, 2013. 383 p.

SANQUETTA, C.R. et al. **Inventário florestal: planejamento e execução**. Curitiba: Mult-Graf, 2014. 409 p.

STURGES, H.A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926.