

Kamila Mesquita Batista

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO E DO DESEMPENHO  
ECONÔMICO-FINANCEIRO DE POVOAMENTOS DE  
*Eucalyptus dunnii* EM DIFERENTES SÍTIOS NO  
PLANALTO CATARINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Curso de Engenharia  
Florestal da Universidade Federal  
de Santa Catarina para a obtenção  
do Grau de Bacharel em  
Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Mário Dobner  
Jr.

Curitibanos  
2014

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

Mesquita Batista, Kamila

ANÁLISE DO CRESCIMENTO E DO DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DE POVOAMENTOS DE *Eucalyptus dunnii* EM DIFERENTES SÍTIOS NO PLANALTO CATARINENSE / Kamila Mesquita Batista ; orientador, Mário Dobner Jr. - Curitiba, SC, 2014.

56 p.

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

Inclui referências

1. Engenharia Florestal. 2. Classes de sitio. 3. Manejo de povoamentos. 4. Rentabilidade. I. Dobner Jr., Mário . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Florestal  
Rodovia Ulysses Góes km3  
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitiba - SC  
TELEFONE (048) 3721-4170 E-mail: engenharia.florestal@contato.ufsc.br

KAMILA MESQUITA BATISTA

## CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO FLORESTAL PARA *Eucalyptus dunnii* NO PLANALTO CATARINENSE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Colegiado do Curso de ENGENHARIA FLORESTAL, do Campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador(a): Prof. Mário Dobner Jr.

Data da defesa: 10 de dezembro de 2014.

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Prof. Mário Dobner Jr.

Prof. Marcos Felipe Nicoletti

Presidente e Orientador: Prof. Mário Dobner Jr.  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus Universitário Curitibanos

Membro Titular: Prof. Mário Dobner Jr.  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus Universitário Curitibanos

Membro Titular: Prof. Marcos Felipe Nicoletti  
Membro externo

Local: Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus de Curitibanos



Este trabalho é dedicado aos meus pais  
Darci (*in memoriam*) e Juceli.



## AGRADECIMENTOS

À DEUS, por ter me concedido a graça de concluir mais uma etapa da minha caminhada para formação profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Mário Dobner Júnior, pela orientação em todas as fases de desenvolvimento deste trabalho. Pela disponibilidade, facilidade de diálogo e paciência.

À Empresa Florestal Gateados Ltda, pela concessão do estágio e apoio para a realização desse trabalho, assim como todos os colaboradores da empresa que contribuíram para o enriquecimento do meu conhecimento profissional.

Agradeço em especial a Engenheira Florestal Linamara Ferrari, pela ajuda, colaboração e acolhida na empresa.

À minha mãe, que com grande esforço e amor me deu muito mais que a vida.

Ao meu pai (*in memoriam*) que mesmo ausente me ajudou espiritualmente guiando meu caminho e pensamentos, tenho certeza que de onde está sempre terá orgulho de mim.

Aos meus amigos e companheiros desses anos Paula, Rafael e Jacqueline, pelo apoio em todas as horas.

Ao meu amor, Simão pela compreensão em todos os momentos ao longo desses cinco anos.

Em geral, a todos familiares, amigos e colegas, que contribuíram para minha formação acadêmica e realização deste trabalho, deixo minha gratidão.





“O homem põe pedra sobre pedra e faz um castelo. Deita umas sementes ao chão e faz uma floresta. Escolha cada qual o que quiser, mas por mais pequena que seja a floresta, ela é sempre maior que qualquer castelo. Mesmo sendo sua história apenas a história de suas árvores.”

(José Saramago)



## RESUMO

*E. dunnii* destaca-se pelo rápido crescimento, uniformidade dos talhões, forma das árvores e, principalmente, pela tolerância às geadas não muito severas. É indicada para plantio no Sul do Brasil em altitudes entre 500 e 1.000 m. A espécie é empregada nos segmentos de papel e celulose, painéis, carvão vegetal, com potencial para usos mais nobres da madeira. Espécies do gênero *Eucalyptus* têm incremento médio anual variando de 30 a 80 m<sup>3</sup>/ha/ano, dependendo, basicamente, do sítio e espécie. A qualidade do sítio florestal é definida como a capacidade produtiva para o crescimento de árvores, sendo a altura dominante das mesmas o principal critério de classificação. A partir do conhecimento da qualidade do sítio é possível otimizar o manejo de povoamentos. O objetivo deste trabalho foi analisar o crescimento ( $H_{dom}$ ,  $d_{200}$  e  $v_{200}$ ) e o desempenho financeiro-econômico destes em diferentes sítios. De acordo com os resultados obtidos na classificação de sítio pelo modelo exponencial, definiram-se 3 classes de sítio com idade índice de 10 anos: classe 1: 34 - 39 m, classe 2: 29 - 33,9 m e classe 3: 24 - 28,9. O ajuste de modelos de crescimento em diâmetro das 200 árvores mais grossas por hectare ( $d_{200}$ ) nos diferentes sítios indicou que estes indivíduos atingem um diâmetro médio superior a 50 cm aos 20 anos na classe de sítio I, enquanto que, nas classes II e III, os diâmetros médios são substancialmente inferiores, 43 e 39, respectivamente. Com relação ao volume médio das 200 árvores mais grossas ( $v_{200}$ ), verificou-se que os sítios I e II apresentaram volumes próximos aos 20 anos, 2,0 e 1,7 m<sup>3</sup>, respectivamente. No sítio III, as árvores apresentaram um  $v_{200}$  bem inferior em relação aos demais, 0,9 m<sup>3</sup>. A análise econômico-financeira demonstrou que os indivíduos que estão em sítios produtivos, I e II, atingem um valor 3 vezes maior do que os do sítio III. Os valores dos indicadores econômico-financeiros VPL e VET também apresentam diferenças entre os sítios, demonstrando o dobro de rentabilidade em sítios produtivos.

**Palavras-chave:** Classes de sítio. Manejo de povoamentos. Rentabilidade.







## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
3.1 O GÊNERO <i>Eucalyptus</i> .....	21
3.2 <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	21
3.3 CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO FLORESTAL .....	22
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>25</b>
4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	25
4.2 COLETA DE DADOS.....	25
4.3 MODELOS MATEMÁTICOS.....	26
4.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DOS AJUSTES .....	27
4.5 BASES DE DADOS E VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS ANALISADAS.....	28
4.6 VOLUME INDIVIDUAL DAS 200 ÁRVORES DE MAIOR DIÂMETRO POR HECTARE ( $v_{200}$ ).....	29
4.7 AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS DIFERENTES SÍTIOS.....	29
4.7.1 SORTIMENTOS.....	29
4.8 INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS.....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
5.1 CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO.....	33
5.2 DIÂMETRO MÉDIO DAS 200 ÁRVORES DE MAIOR DIÂMETRO POR HECTARE ( $d_{200}$ ) .....	36
5.3 VOLUME MÉDIO DAS 200 ÁRVORES DE MAIOR DIÂMETRO POR HECTARE ( $v_{200}$ ) .....	41
5.4 ANÁLISE PRELIMINAR DO DESEMPENHO ECONÔMICO – FINANCEIRO EM DIFERENTES SÍTIOS .....	45
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>55</b>





## 1 INTRODUÇÃO

Devido à importância econômica, social e ambiental das florestas, além da crescente demanda pela sociedade de produtos oriundos destas, tem-se buscando otimizar as estratégias de manejo para a obtenção de maior produtividade.

O Brasil é um país de grande potencial competitivo na atividade florestal. A área brasileira de plantios de *Eucalyptus* e *Pinus* é de 7,6 milhões de hectares: 77 % com *Eucalyptus spp.* e 23 % com *Pinus spp.* (ABRAF, 2013). Conforme Alfenas et al. (2009), as espécies de *Eucalyptus* possuem crescimento entre 30 e 80 m<sup>3</sup>/ha/ano. Este elevado potencial de crescimento é um dos principais responsáveis pela extensa área cultivada com este gênero no país.

No Planalto Sul do Brasil, o gênero *Pinus* tem maior importância, principalmente em função da sua rusticidade e bom crescimento, características estas que indicam excelente adaptação às condições edafoclimáticas da região (GEORGIN, 2014). Diferentemente, espécies do gênero *Eucalyptus*, tem seu cultivo limitado pela ocorrência de geadas e, principalmente, pela grande oscilação térmica no período de inverno (QUIQUI; MARTINS; SHIMIZU, 2001; DOBNER JR., 2007).

*Eucalyptus dunnii* Maiden, por ser uma espécie subtropical, tem se destacado no Sul do Brasil, pelo rápido crescimento, uniformidade dos talhões, forma das árvores e moderada resistência às geadas, quando não muito severas, (HIGA, 1998).

A busca por maior produtividade e menores ciclos de produção têm levado empresas e proprietários rurais do Planalto Sul do Brasil a investir em plantações de *Eucalyptus spp.*, em detrimento do *Pinus spp.* Entretanto, não raramente, observam-se povoamentos de *Eucalyptus spp.* nesta região com péssimo desempenho, muito aquém de plantios de *Pinus spp.* Isto se deve à elevada demanda por sítios produtivos e alta tecnologia no estabelecimento de plantações de *Eucalyptus spp.*

Vários são os fatores que influenciam na produtividade da floresta como: solo, clima, características da planta, silvicultura (adubação, melhoramento genético e tratamentos silviculturais).

Neste contexto, a determinação da produtividade e do desempenho econômico-financeiro de povoamentos de *E. dunnii* nos diferentes sítios florestais é fator básico, para planejamento e condução otimizada destes.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o crescimento e o desempenho econômico-financeiro de diferentes sítios nos quais *Eucalyptus dunnii* é cultivado no Planalto Sul do Brasil.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar três classes de sítio a partir de povoamentos comerciais de *E. dunnii* na região de estudo;
- b) A partir da classificação dos sítios, determinar curvas de crescimento para  $d_{200}$  e  $v_{200}$  nos diferentes sítios;
- c) Analisar o desempenho econômico-financeiro dos povoamentos nos diferentes sítios.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O GÊNERO *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus*, pertencente à família Myrtaceae. É composto por mais de 700 espécies distribuídas pelas mais variadas condições ambientais, tanto em termos de precipitação quanto de temperatura. É um gênero de grande plasticidade, crescendo satisfatoriamente em grande amplitude de condições edafoclimáticas, (DRUMOND; OLIVEIRA, 2009). Foi introduzido no Brasil em 1868 nos estados do Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro (BATISTA et al., 2010).

As primeiras árvores foram plantadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com função decorativa. Posteriormente, Edmundo Navarro de Andrade, da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, deu início a estudos comparativos entre a espécie de eucalipto e espécies nativas, mostrando vantagens dos eucaliptos quanto ao crescimento, adaptação e aplicabilidade da madeira (LOPES, 2007).

Existem plantios comerciais deste gênero desde o Rio Grande do Sul (30° de Latitude Sul) até o litoral da Bahia (14° Latitude Sul). A maior parte, porém, está situada próximo ao trópico de Capricórnio, região onde o eucalipto está melhor adaptado. Existem espécies que, aparentemente, comportam-se bem em toda extensão territorial do Brasil, como *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*, os quais são cultivados com relativo êxito em todo o território nacional, porém sujeitos aos danos causados por geada (GOLFARI et al., 1978, *apud* DOBNER JR, 2008).

Espécies como *E. dunnii* e *E. benthamii* são as mais indicadas para o plantio na região do Planalto Catarinense e espécies como *E. grandis* e *E. urograndis*, as mais plantadas em outras regiões do país, (FLORIANI; STEFFENS; CHAVES, 2011).

A espécie estudada neste trabalho foi *E. dunnii*.

#### 3.2 *Eucalyptus dunnii*

A região de ocorrência natural de *Eucalyptus dunnii*, restringe-se a pequenas áreas no nordeste de Nova Gales do Sul e no sudeste de Queensland, na Austrália (ZANON et al., 1996).

Esta espécie se desenvolve em regiões de clima subtropical úmido, com temperatura média do mês mais quente entre 27° e 30° e

com médias do mês mais frio entre 0 e 3°C, suportando geadas. A precipitação média anual está entre 1000 e 1750 mm, com máxima no verão e com cerca de três meses de estação seca no inverno. Ocorre em solos úmidos, férteis, principalmente de origem basáltica, podendo desenvolver-se, também, em solos derivados de rochas sedimentares, principalmente aqueles bem drenados (COOPER, 1990).

No sul do Brasil, nos estados de Santa Catarina e Paraná, em altitudes entre 500 e 1.000m, o *E. dunnii* vem sendo amplamente cultivado. Apresenta moderada tolerância às geadas, porém danos às plantas são frequentes dependendo da intensidade das mesmas, desde a perda da área foliar até a morte das plantas (PALUDZYSZYN; SANTOS, 2005; HIGA et al., 2000). A espécie tem se destacado, pelo rápido crescimento, uniformidade dos talhões, forma das árvores e tolerância às geadas (HIGA et al., 2000).

Sua principal utilização é voltada para o abastecimento de matéria prima para as indústrias de celulose, carvão vegetal, chapas de partículas e fibras, e tem potencial para uso mais nobres ou produtos de maior valor agregado (HIGA, 1998; ROCHA; TRUGILHO, 2006).

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO FLORESTAL

Qualidade do sítio florestal se refere à capacidade produtiva da terra. É a expressão de todas as influências biológicas e ambientais no crescimento das árvores (SCOLFORO, 1997).

Devido a grande importância da qualidade do sítio para o manejo florestal, diversos métodos para classificá-los foram desenvolvidos. Estes métodos podem ser divididos em diretos e indiretos (RETSLAFF et al, 2010).

Os métodos indiretos avaliam a capacidade produtiva com base nos atributos do sítio. Estes atributos do sítio e de crescimento podem ser classificados como fatores primários, quando são dependentes do ecossistema (macroclima, topografia, rocha de origem, etc.) e fatores secundários (microclima, solo florestal, matéria orgânica, regime hídrico, , etc.) (SCOLFORO, 1997; BILA, 2010).

Os métodos diretos utilizam indicadores da própria vegetação, que refletem as interações de todos os fatores indiretos. A altura dominante ( $h_{dom}$ ) é a variável dendrométrica mais utilizada para este fim, em função de ter fácil determinação no campo, possuir boa correlação com a produção volumétrica, indicar a qualidade do sítio para todas as idades do povoamento e ser independente da densidade do povoamento (TÉO; BRESSAN; COSTA, 2011).

Na classificação direta são construídas curvas de índices de local, sendo esses índices iguais às alturas dominantes ( $H_{dom}$ ) em uma idade de referência, ou idade-índice (BINOTI; BINOTI; LEITE, 2012).

Para o estabelecimento da idade de referência ou idade índice, recomendam o uso da idade de rotação ou idade próxima a essa (SELLE; PAULESKI; BRAZ, 2008).

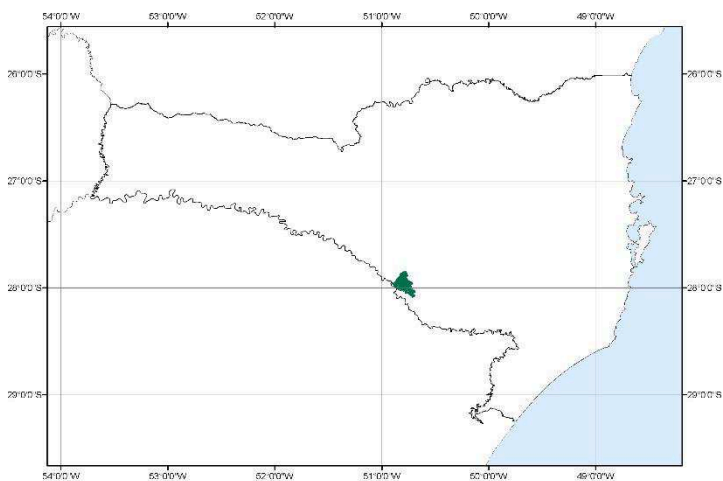




## 4 METODOLOGIA

### 4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na empresa Florestal Gateados Ltda, localizada no município de Campo Belo do Sul, entre as coordenadas 50°45' e 51°05' Longitude Oeste, e 27°35' e 28°05' Latitude Sul (Figura 1).



**Figura 1:** Localização da empresa Florestal Gateados Ltda (realçada em verde), no Estado de Santa Catarina.

### 4.2 COLETA DE DADOS

Foram utilizados dados de inventário florestal coletados entre os anos de 2011 e 2014. O inventário considerou a medição de diâmetro a altura do peito (dap, em cm) e altura total das árvores (em m), obtidos em parcelas permanentes com área de 500 m<sup>2</sup> remeidas anualmente no inverno.

Para coleta dos dados a campo utilizou-se: suta para medir os diâmetros, vertex para medir a altura e a declividade do terreno, e ficha de campo para anotação dos dados.

No levantamento foram medidos o dap (diâmetro a altura do peito) de todas as árvores, a altura das 5 primeiras árvores da parcela e as 5 árvores dominantes de cada parcela.

A qualidade das árvores também foi levantada durante o inventário. Árvores bifurcadas e com copa quebrada não foram consideradas para a obtenção das alturas dominantes.

#### 4.3 MODELOS MATEMÁTICOS

Os modelos testados para o ajuste das variáveis dendrométricas estudadas são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Modelos matemáticos testados para o ajuste de equações de crescimento de  $H_{dom}$ ,  $d_{200}$  e  $v_{200}$ .

Modelo	Forma de Ajuste
Polinomial	$y = \beta_0 + \beta_1 (Id) + \beta_2 (Id^2) + \varepsilon$
Hiperbólico	$y = \beta_0 + \beta_1 \left( \frac{1}{Id^2} \right) + \varepsilon$
Potência	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Id) + \varepsilon$
Exponencial	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \left( \frac{1}{Id} \right) + \varepsilon$

Onde:  $y$  –  $h_{dom}$ ,  $d_{200}$ ,  $v_{200}$ ;  $\beta$  - parâmetros dos modelos a serem estimados;  $id$  – idade (anos);  $\varepsilon$  - erro;  $\ln$  - logaritmo neperiano.

Como os modelos ajustados apresentam-se nas formas aritméticas e logarítmicas e estas não são comparáveis diretamente, é necessário recalcular as estimativas para a variável peso que sofreu transformação logarítmica, e teve suas estimativas sujeitas à discrepância logarítmica. Por isso antes do recálculo do erro padrão da estimativa, deve-se corrigir esta discrepância logarítmica multiplicando o valor estimado de cada árvore pelo fator de correção e só então fazer o cálculo para obtenção do  $S_{yx}$  (erro padrão da estimativa) recalculado (URBANO, 2007). Utilizou-se o fator de correção de Meyer.

$$\text{Fator de Meyer} = y \left( e^{(0,5 * S_{yx}^2)} \right)$$

Onde:  $y$  - valor estimado de cada árvore;  $e$  - exponencial;  $S_{yx}$  - erro padrão da estimativa.

#### 4.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DOS AJUSTES

Os modelos foram testados e ajustados por regressão linear, com o auxílio do software Microsoft Excel. A qualidade dos ajustes foi avaliada com os seguintes critérios:

- O coeficiente de determinação ( $R^2$ ): expressa a quantidade da variação total explicada pela regressão. Como o coeficiente de determinação cresce à medida que se inclui uma nova variável ao modelo matemático, e há discrepância do ajuste dos modelos logaritimizadas, é necessário ajustar o  $R^2$ , obtendo-se o  $R^2_{aj}$  (HESS, 2006):

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

$$R^2_{aj} = R^2 \left[ \frac{k-1}{N-k} \right] (1 - R^2)$$

Onde:  $R^2$  = coeficiente de determinação;  $SQ_{res}$  - soma dos quadrados dos resíduos;  $SQ_{total}$  - soma total dos quadrados.  $k$  = número dos parâmetros do modelo;  $N$  = número de observações;

Seu valor está no intervalo de 0 a 1 e, quanto maior, melhor o ajuste (SANTOS, 2012).

- Erro padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ): mede a dispersão média entre os valores observados e os valores estimados ao longo da regressão em metros ( $S_{yx}$ ) e em porcentagem ( $S_{yx}\%$ ). Quanto mais baixo for o valor de ( $S_{yx}$ ) melhor será a precisão das estimativas (BILA, 2010). Pode ser obtida pela expressão:

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

$$S_{yx}(\%) = \frac{S_{xy}}{\bar{y}} 100$$

Onde:  $S_{yx}$  - erro padrão da estimativa;  $S_{yx}\%$  - Erro padrão de estimativa em percentagem;  $SQRes$  - soma dos quadrados dos resíduos;  $n$  - número de observações;  $p$  - número de coeficientes do modelo utilizado;  $\bar{y}$  - média aritmética da variável dependente.

- Resíduos: A análise gráfica dos resíduos em um ajuste de regressão é determinante como 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 de resíduo é a seguinte:

$$R(\%) = \frac{y_{obs} - y_{est}}{y_{obs}} 100$$

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

#### 4.5 BASES DE DADOS E VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS ANALISADAS

A quantidade de dados utilizadas foi de 10.903, compreendendo diâmetros e alturas.

As variáveis dendrométricas analisadas foram:

- $H_{dom}$ : altura dominante das 100 árvores de maior diâmetro por hectare. Em função da área da parcela, considera-se um número proporcional para o hectare. No presente estudo, as parcelas possuíam 500 m<sup>2</sup> e, portanto, as 5 árvores de maior diâmetro foram consideradas. Em seguida foram feitas as médias das alturas desses indivíduos para obter a altura dominante de cada parcela. A base de dados compreendeu 640 alturas e 128 parcelas;
- $d_{200}$ : diâmetro médio das 200 árvores de maior diâmetro por hectare, sendo estas que permanecem no povoamento até o corte raso. Em função da área da parcela, foram consideradas

10 árvores de maior diâmetro de cada parcela e feito a média desses indivíduos. A base de dados compreendeu 1.280 pares de “diâmetro” e “idade”, em 128 parcelas;

- $v_{200}$ : volume médio das 200 árvores de maior diâmetro por hectare Considerando o mesmo critério usado para o  $d_{200}$ , a base de dados compreendeu 1.280 pares de volume e idade em 128 parcelas.

#### 4.6 VOLUME INDIVIDUAL DAS 200 ÁRVORES DE MAIOR DIÂMETRO POR HECTARE ( $v_i$ ).

O volume individual das árvores foi obtido com a equação volumétrica fornecida pela empresa, modelo de Schumacher Hall, 1993:

$$\ln(v_i) = -9,77463 + 1,92778(\ln dap) + 0,91743(\ln h)$$

$$R^2 = 0,99$$

$$S_{yx} = 0,07$$

Para estimar os volumes individuais, foi necessário estimar as alturas que não foram medidas nos inventários florestais. Essas alturas foram estimadas pelo modelo de Trorey (1932), ajustado ano a ano.

$$H = \beta_0 + \beta_1(dap) + \beta_2(dap)^2$$

$$R^2 = 0,99$$

$$S_{yx} = 0,07$$

#### 4.7 AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS DIFERENTES SÍTIOS

##### 4.7.1 SORTIMENTOS

Para quantificar os sortimentos de toras e valores de cada árvore, usou-se a função de afilamento fornecida pela empresa, modelo de Schöpfer (1966):

$$\frac{d_i}{dap} = 1,27021 - 4,80717 \left(\frac{h_i}{ht}\right) + 23,05823 \left(\frac{h_i}{ht}\right)^2 - 54,663023 \left(\frac{h_i}{ht}\right)^3$$

$$- 56,63023 \left(\frac{h_i}{ht}\right)^4 - 21,39555 \left(\frac{h_i}{ht}\right)^5 + \varepsilon$$

$$R^2 = 0,95$$

$$S_{yx} = 0,09$$

Onde:  $d_i$  - diâmetros (cm) medidos às alturas  $h_i$  ao longo do fuste;  $d_{ap}$  - diâmetro a 1,3(m) de altura;  $h_i$  - altura nas quais onde foram medido os diâmetros;  $h_t$  - altura total (m);  $R^2$  - coeficiente de determinação;  $S_{yx}$  - erro padrão da estimativa.

Os diâmetros nas diferentes alturas foram obtidos considerando uma altura de toco de 0,10 m, e toras com 2,5 m de comprimento até a altura comercial de cada árvore. Em seguida obteve o volume de cada tora pelo método de Smalian, multiplicando-o pelo valor de cada sortimento.

Informações adicionais:

- Os custos de implantação, manutenção, poda e administração foram os mesmos, independente do sítio;
- Considerou-se receitas idênticas para todos os sítios nos desbastes, simulados aos 4, 6 e 9 anos de idade;
- A única variação entre sítios foi o valor obtido no corte raso;
- Valorou-se a árvore média ( $d_{200}$ ) aos 20 anos, multiplicando-a por 200 (árvores por hectare) para obter uma estimativa da produção volumétrica por sortimento no corte raso;
- Por se tratar de uma análise preliminar e em função da falta de informações para uma análise mais detalhada, o corte raso foi fixado aos 20 anos para todos os sítios. Cabe ressaltar que um sítio mais produtivo teria, provavelmente, sua idade de maturação financeira antecipada.
- As análises econômico-financeiras foram baseadas em fluxos de caixa, montados a partir das informações já descritas.

#### 4.8 INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS

Nos estudos econômicos que envolvem movimentações financeiras de longo prazo, como é o caso do reflorestamento, elegeu-se

a VET – Valor Esperado da Terra e o VPL – Valor Presente Líquido, como ferramentas para análise de comparação de empreendimentos que apresentam movimentações de caixa em diferentes momentos (BAENA, 2005).

O VPL (valor presente líquido), consiste na diferença entre o valor presente das receitas e o valor presente dos custos (FOLTMANN et al., 2014).

$$VPL = ((\sum R_j(1+i)) - (\sum C_j(1+i)))$$

Onde:  $R_j$  - receita líquida no final do ano ou do período considerado;  $C_j$  - custos no final do ano ou do período considerado;  $j$  – períodos (anos);  $i$  - taxa de juro.

Como cita Vitale e Miranda (2010) e Folmann et al., (2014), quando o VPL é maior que zero, o projeto é considerado economicamente viável.

O VET (valor esperado da terra) consiste no valor presente líquido de uma área de terra nua a ser utilizada para produção de madeira, calculado com base numa série infinita de rotações (SILVA; FONTES, 2005).

$$VET = \frac{V_0 R(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$$

Onde:  $V_0 R$  – valor atual da receita líquida que se repete a cada ciclo;  $i$  – taxa de juros;  $t$  – número de períodos.

O valor do VET deve ser maior que o de mercado da terra e não somente maior que zero. Caso o VET seja menor que o valor da terra, o empreendimento é economicamente inviável (SILVA; FONTES, 2005).

A taxa de juros escolhida foi de 5%, sendo esta uma taxa conservadora, considerada apropriada para a presente análise.





## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO

Os modelos apresentados na Tabela 1 foram ajustados e os coeficientes obtidos para classificação de sítio são mostrados na Tabela 2.

A análise das estatísticas dos ajustes, indicou que os modelos polinomial e exponencial apresentaram os maiores  $R^2$  (coeficiente de determinação) e os menores  $S_{yx}$  (erro padrão da estimativa). Ao realizar a análise gráfica dos resíduos (Figura 2), observou que ambos os modelos tiveram a distribuição dos resíduos parecidas.

Entretanto, optou-se pelo modelo exponencial em função do comportamento da curva média.

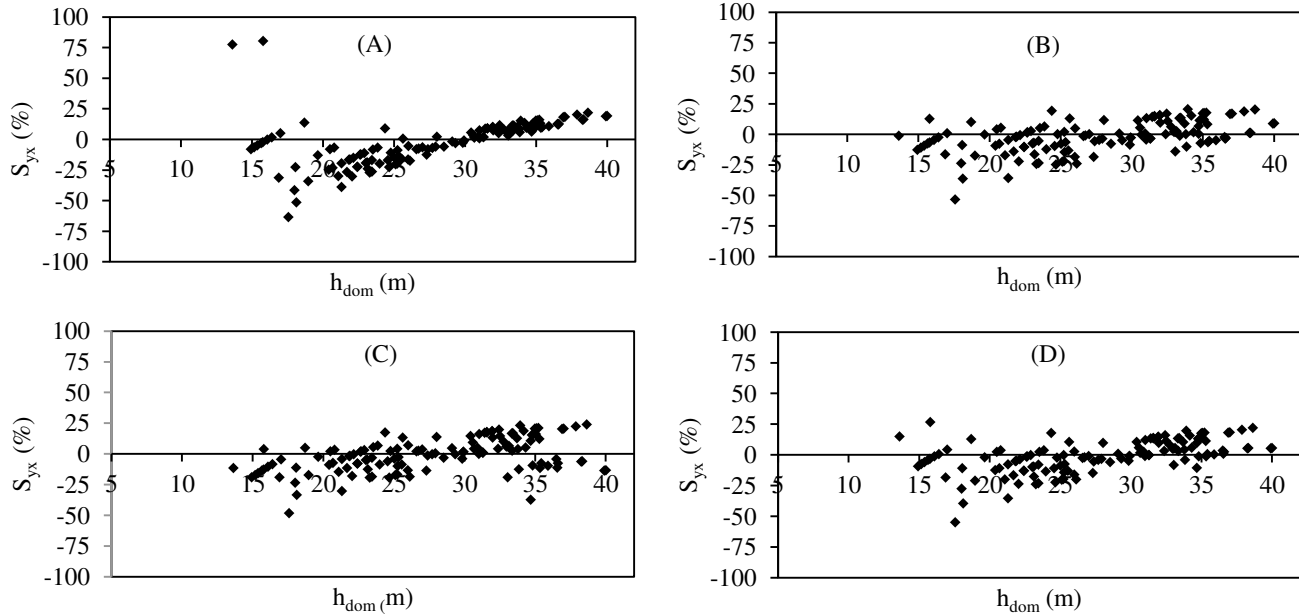
A partir da amplitude dos dados de altura dominante medidos no campo e do pressuposto de se estabelecer 3 classes de sítio, foram estabelecidos os limites inferiores e superiores de cada classe, tendo como base a curva média obtida com o modelo exponencial e idade índice de 10 anos.

As distribuições das classes de sítio são apresentadas na Figura 3: Classe 1: 34 - 39 m, Classe 2: 29 – 33,9 m e Classe 3: 24 – 28,9. Das 128 parcelas avaliadas, 27 foram classificadas como classe de sítio I, 56 como classe de sítio II e 45 como sítio III.

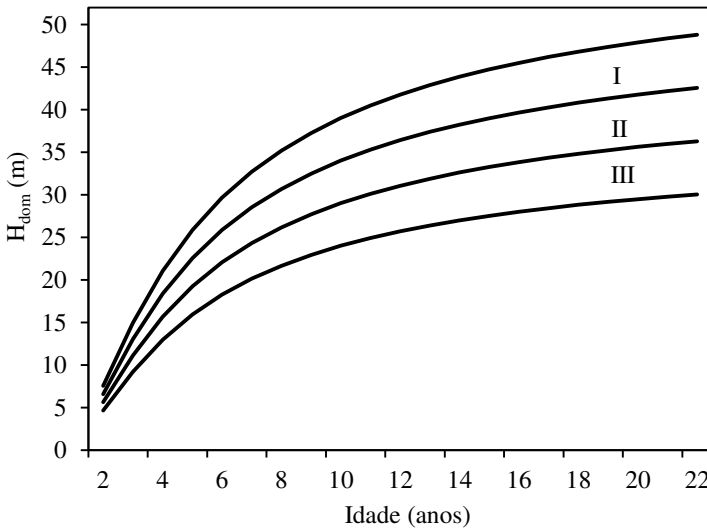
**Tabela 2:** Coeficientes obtidos no ajuste dos modelos para o crescimento médio em altura dominante ( $H_{dom}$ ), utilizado para a classificação de sítios de *Eucalyptus dunnii* cultivados no Planalto Sul do Brasil e suas respectivas estatísticas de ajuste.

Modelos lineares	Coeficientes			Estatística do ajuste		
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$R^2$	Syx (m)	Syx %
Polinomial	3,43768	3,75629	-0,102600	0,74	3,4	12,5
Hiperbólico	32,89956	-268,45518		0,57	4,3	15,8
Potência	2,11671	0,54939		0,66	3,6	13,2
Exponencial	3,81699	-4,10864		0,73	3,4	12,6

Onde:  $\beta_n$  - coeficientes estimados dos modelos;  
 $R^2$  - coeficiente de determinação;  
 $S_{yx}$  (m) - erro padrão da estimativa em metros;  
 $S_{yx}$  (%) - erro padrão da estimativa em porcentagem.



**Figura 2:** Distribuição dos resíduos percentuais das estimativas dos modelos ajustados em função da altura dominante: (A) modelo hiperbólico; (B) modelo polinomial; (C) modelo de potência; (D) modelo exponencial.



**Figura 3:** Curvas de crescimento em altura dominante ao longo dos anos delimitando as 3 diferentes classes de sítio ajustadas pelo modelo exponencial.

Na classificação do sítio o uso da altura das árvores dominantes é, segundo Spurr (1952) *apud* Lourenço (1996), a variável mais recomendável se comparado ao uso do volume, por ser aquela variável menos influenciada por mudanças na densidade e técnicas de manejo. Ainda Spurr e Barnes (1973) *apud* Lourenço (1996), acrescentaram que para uma medição mais acurada da altura dominante, é necessário realizar a média aritmética das cem árvores mais grossas por hectare.

Temps (2005) afirma que, a altura dominante representa a melhor expressão da capacidade produtiva do local, quando consegue-se melhoria na estimativa desta variável, todo o conjunto tende a ser melhor prognosticado, pois a altura dominante interfere em todo o restante do sistema de modelagem do crescimento e da produção.

## 5.2 DIÂMETRO MÉDIO DAS 200 ÁRVORES DE MAIOR DIÂMETRO POR HECTARE ( $d_{200}$ )

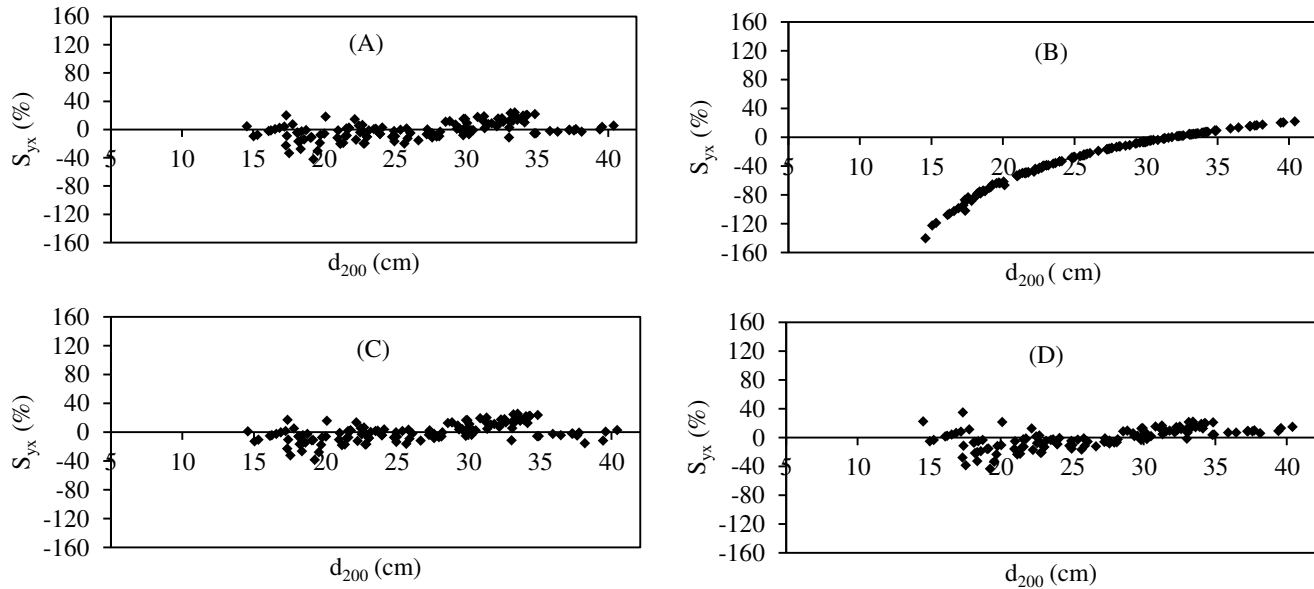
A partir dos modelos lineares apresentados na Tabela 1, e dos dados pareados  $d_{200}$  e idade, foram obtidos os coeficientes dos ajustes para esta variável (Tabela 3).

A análise das estatísticas dos ajustes (Tabela 3), indicou que o modelo polinomial obteve o maior valor de  $R^2$  e o menor  $S_{yx}$ . Porém, devido o comportamento da curva de crescimento em diâmetro do modelo polinomial, optou-se pelo modelo potência, considerado o segundo melhor modelo da presente análise. Ao comparar o gráfico dos resíduos (Figura 4) de ambos os modelos, observou-se uma distribuição semelhante.

**Tabela 3:** Coeficientes obtidos no ajuste dos modelos para o crescimento médio em  $d_{200}$  para *Eucalyptus dunnii* cultivados no Planalto Sul do Brasil e suas respectivas estatísticas de ajuste.

Modelos lineares	Coeficientes			Estatística do ajuste		
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$R^2$	S <sub>yx</sub> (cm)	S <sub>yx</sub> %
Polinomial	5,36012	3,07266	-0,06908	0,77	3,1	12,0
Hiperbólico	31,55649	31,55649		0,51	4,6	17,6
Potência	2,056806	0,559747		0,75	3,3	12,6
Exponencial	3,76431	-3,99431		0,73	3,4	13,0

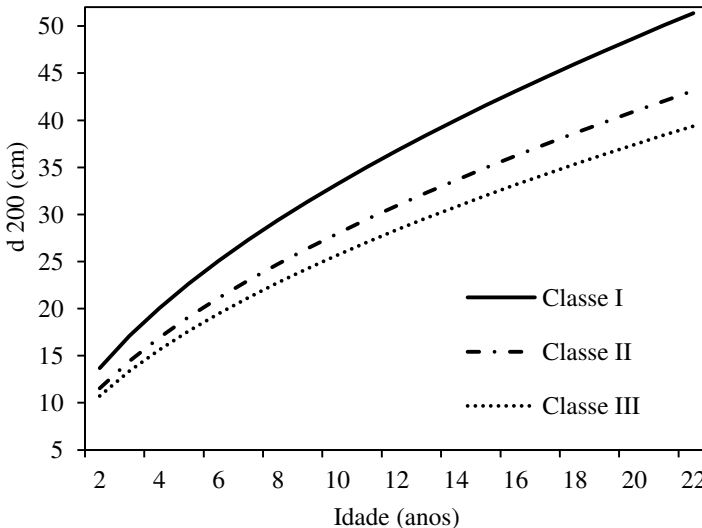
Onde:  $\beta_n$  – coeficientes estimados dos modelos;  
 $R^2$  - coeficiente de determinação;  
 $S_{yx}$  (cm) - erro padrão da estimativa em metros;  
 $S_{yx}$  (%) – erro padrão da estimativa em porcentagem.



**Figura 4:** Distribuição dos resíduos percentuais das estimativas dos modelos ajustados em função do  $d_{200}$ . (A) modelo polinomial; (B) hiperbólico; (C) modelo potência; (D) modelo exponencial.

Baseado na classificação de sítio e nos ajustes estatísticos do modelo potência para  $d_{200}$ , a distribuição das árvores por sítio ficou da seguinte forma: 260 árvores estão no sítio I, 560 no sítio II e 460 no sítio III.

De acordo com o crescimento de  $d_{200}$  em cada sítio (Figura 5), observou-se que as 20 anos as árvores no sítio I atingem 50 cm de diâmetro, 43 cm no sítio II e 39 cm no sítio III.



**Figura 5:** Curvas de crescimento de  $d_{200}$  nos diferentes sítios obtidos com o ajuste do modelo de potência.

Vale ressaltar, que no sítio I aos 10 anos de idade as árvores atingem em torno de 30 cm de diâmetro, sendo, que no sítio III as árvores atingiram 35 cm de diâmetro apenas no ciclo final de rotação de 20 anos.

Lourenço (1991) relata, *E. dunnii* com diâmetro de 24 cm aos 7 ano de idade, no norte de Santa Catarina. Trugilho et al. (2004) cita indivíduos com diâmetro de 26,9 cm aos 8 anos de idade e 33,7 aos 13 anos também no norte de Santa Catarina.

Comparados com os resultados do presente trabalho, são semelhantes aos obtidos para os indivíduos no classe II.



No Paraná, Reiner et al. (2012) cita, *E. dunnii* aos 4 anos de idade com 14 cm de diâmetro, indicando semelhança com os diâmetros obtidos para a classe III, nas referidas idades.

### 5.3 VOLUME MÉDIO DAS 200 ÁRVORES DE MAIOR DIÂMETRO POR HECTARE ( $v_{200}$ )

Para a obtenção dos volumes individuais, foi necessário obter alturas não medidas no campo através de equações hipsométricas ajustadas ano a ano (Anexo 1). Em seguida com os dap's e alturas, foram obtidos os volumes individuais com a equação ajustada de Schumacher Hall (1993).

Os modelos lineares apresentados na Tabela 1, foram ajustados para os dados pareados ' $v_{200}$ ' e 'idade'. Os coeficientes obtidos para o ajuste da variável  $v_{200}$ , são apresentados na Tabela 4.

A análise das estatísticas dos ajustes, indicou o modelo exponencial com o maior valor de  $R^2$  e o segundo maior valor para o  $S_{yx}$  (Tabela 5). O modelo polinomial ficou com o maior valor de  $S_{yx}$  para. Na análise gráfica dos resíduos (Figura 6), a distribuição dos resíduos semelhantes em ambos os modelos. Desta forma, optou-se pelo modelo exponencial.

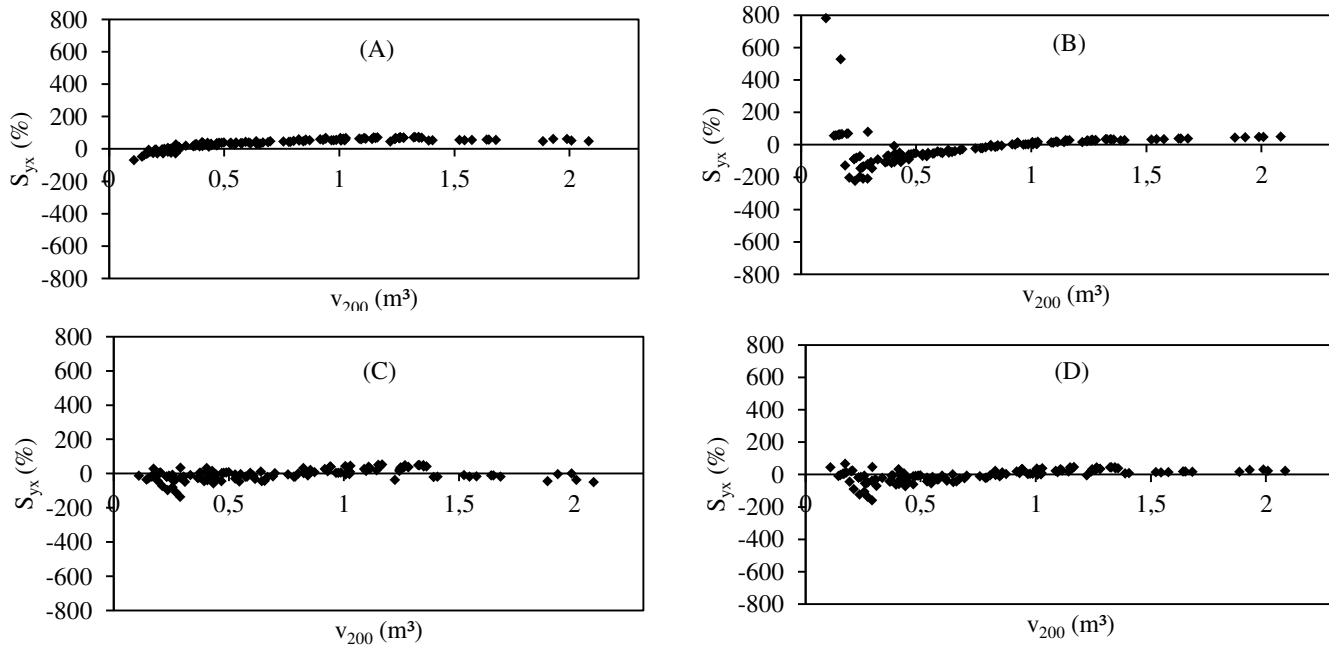
A partir do ajuste do modelo exponencial do  $v_{200}$ , a distribuição das árvores por sítio ficou da seguinte forma: 260 árvores estão no sítio I, 560 no sítio II e 460 no sítio III.

Nas curvas de crescimento em  $v_{200}$  (Figura 7), observou-se que as árvores no sítio I atingem 1,2 m<sup>3</sup> de na idade índice de 10 anos e aproximadamente 2,0 m<sup>3</sup> na idade de rotação 20 anos. No sítio II o crescimento é um pouco menor em relação ao sítio I. No sítio III, observou-se uma grande redução de crescimento em volume em relação aos outros dois sítios, as árvores atinge 0,5 m<sup>3</sup> na idade índice 10 anos e aos 20 anos aproximadamente 1,0 m<sup>3</sup>, a metade do volume em relação ao sítio I e II.

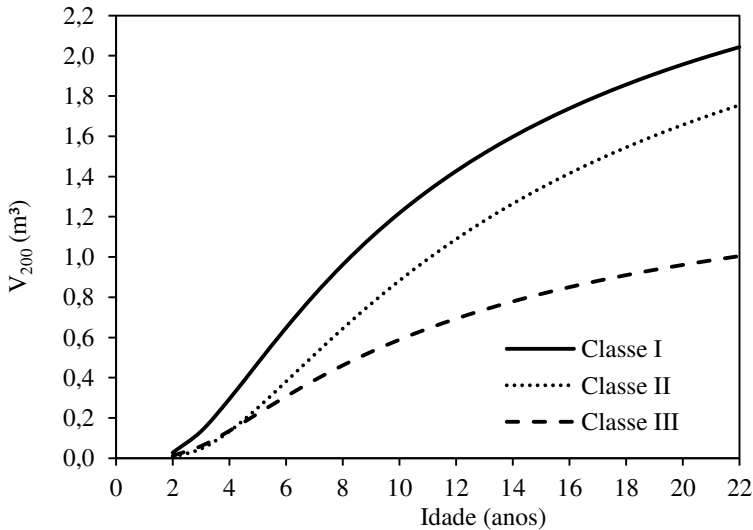
**Tabela 4:** Coeficientes para ajuste dos modelos para o crescimento médio em  $v_{200}$  para *Eucalyptus dunnii* cultivados no Planalto Sul do Brasil e suas respectivas estatísticas de ajuste.

Modelos lineares	Coeficientes			Estatística do ajuste		
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$R^2$	Syx (m <sup>3</sup> )	Syx %
Polinomial	-0,49180	0,16335	-0,00232	0,77	0,2	33,0
Hiperbólico	1,09527	-16,50964		0,41	0,3	48,5
Potência	-3,80390	1,55780		0,65	0,2	37,7
Exponencial	0,966057	-11,25450		0,92	0,2	33,0

Onde:  $\beta_n$  - coeficientes estimados dos modelos;  
 $R^2$  - coeficiente de determinação;  
 $S_{yx}$  (cm) - erro padrão da estimativa em metros;  
 $S_{yx}$  (%) - erro padrão da estimativa em porcentagem.



**Figura 6:** Distribuição dos resíduos percentuais das estimativas dos modelos ajustados em função  $v_{200}$ . (A) modelo polinomial; (B) hiperbólico; (C) modelo potência; (D) modelo exponencial.



**Figura 7:** Curvas de crescimento em cada sítio em função do  $v_{200}$  ajustado pelo modelo exponencial.

Ferrari et al. (2005) analisou o crescimento de *E. dunnii* no Centro Sul do Paraná, cujo a espécie obteve volume de  $0,14 \text{ m}^3$  aos 3 anos de idade e  $0,45 \text{ m}^3$  aos 7 anos, idade máxima avaliada pelo autor no seu trabalho.

Já Reiner et al. (2012), relata *E. dunnii* aos 4 anos de idade com volume em torno de  $0,1 \text{ m}^3$ .

Esses resultados são semelhantes ao obtido no sítio III, no presente trabalho.

#### 5.4 ANÁLISE PRELIMINAR DO DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO EM DIFERENTES SÍTIOS

Devido a importância desses povoamentos para Planalto Sul Catarinense, realizou-se uma análise preliminar do desempenho econômico-financeiro nos diferentes sítios.

A falta de dados suficientes de árvores com idade acima de 15 anos, fez com que se realizasse uma análise econômico-financeiro preliminar.

Ao quantificar a valoração das árvores dos diâmetros atingidos em cada sítio obteve-se os valores de cada árvore, que são apresentados na tabela 5.

Analisando os valores apresentados na tabela 5, observou-se que as árvores que estão no sítio I, atingiram valor 3 vezes maior que as do sítio III.

**Tabela 5:** Estimativa de valor unitário para árvores de *Eucalyptus dunnii* cultivados no Planalto Sul do Brasil, com ciclo de rotação de 20 anos.

Sítio	$d_{200}$	Altura	R\$
I	48,7	41,8	365
II	40,9	35,6	188
III	37,4	29,5	112

Os resultados obtidos pelos cálculos do VPL (valor presente líquido) e VET (valor esperado da terra), com uma taxa de juro de 5% a.a. são apresentados na tabela 6.

**Tabela 6:** Valores de VPL e VET para *Eucalyptus dunnii* cultivados no Planalto Sul do Brasil em diferentes sítios, com ciclo de rotação de 20 anos.

Sítio	I	II	III
VPL	R\$ 24.900	R\$ 11.600	R\$ 5.900
VET	R\$ 40.000	R\$ 18.600	R\$ 9.400

Conforme esperado, o maior VPL, foi obtido no sítio I, aproximadamente, 2 e 4 vezes superior aos obtidos nos sítios II e III, respectivamente.

O mesmo acontece com o VET, com diferenças consideráveis entre os sítios, mostrando uma rentabilidade maior em sítios mais produtivos.

Os indicadores económico-financeiros são muito importantes na definição de uma estratégia de manejo. Plantações florestais devem ser analisadas como qualquer outro investimento, tendo como agravantes um elevado investimento inicial e longo prazo para a obtenção de retornos.



## 6 CONCLUSÃO

Para *E. dunnii* no Planalto Sul Catarinense, foi possível determinar 3 classes de sítio, com idade índice de 10 anos, assim distribuídas: Classe I: 34 – 39 m; Classe II: 29 – 33,9; Classe III: 24 – 28.

Há uma grande diferença no crescimento diamétrico e volumétrico das árvores nos diferentes sítios. Indivíduos crescendo em sítio I atingem 50 cm de diâmetro aos 20 anos, enquanto que árvores nos sítios II e III chegam a esta idade com somente 43 e 39 cm de diâmetro, respectivamente. Em termos volumétricos observou-se que as árvores no sítio I atingem 1,2 m<sup>3</sup> de na idade índice de 10 anos e aproximadamente 2,0 m<sup>3</sup> na idade de rotação 20 anos. Já no sítio III, este crescimento reduz para metade em ambas as idades.

A análise preliminar econômico-financeira indicou que os valores de VPL e VET no sítio I são, aproximadamente, 2 vezes superiores que os obtidos no sítio II e 4 vezes superiores aos do sítio III .

Conclui-se que não é somente mais rentável produzir eucalipto em sítios mais produtivos, mas que em sítios II e, principalmente, III, o cultivo de *Eucalyptus* podem não ser interessante. Apesar da necessidade de estudos adicionais, considerando a ótima adaptação de *Pinus taeda* à região de estudo e a menor necessidade tecnológica do seu cultivo, locais classificados como sítio III podem ter melhores resultados econômico-financeiros com o cultivo de *Pinus* ao invés de *Eucalyptus*.





## Referências

ABRAF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 147 p, 2013.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. 2. Ed.- Viçosa, MG, Ed. UFV, 2009.

BAENA, E. S. A rentabilidade econômica da cultura do eucalipto e BATISTA, T. R.; MENDONÇA, E. G.; STEIN, V.; PAIVA, L. V.; SANTOS, R. Efeito de aia e bap na multiplicação de *Eucalyptus urograndis*. **Anais. XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA**. Set. 2010.

BILA, J. M. **Classificação de sítios com base em fatores edáficos para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Região de Prata: Minas Gerais**. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais). UFPR. Curitiba, PR. 77 p. 2010.

BINOTI, D. H. B.; BINOTI, M. L. M. S.; LEITE, H. G. Aplicação da função hiperbólica na construção de curvas de Índice de local. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.4, p.741-746, 2012.

COOPER, M. A. **Maximização do potencial de enraizamento de estacas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais). UFPR. Curitiba, PR. 75 p. 1990.

DOBNER JR, M. **Efeito da cobertura de *Pinus taeda* L. em plantas jovens de *Eucalyptus dunnii* Maiden, considerando a proteção contra geadas e o crescimento**. Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal). UFPR. Curitiba, PR. 85 p. 2008.

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. Seleção de espécies/procedências do gênero *Eucalyptus* potenciais para o semi-árido do Brasil. **Ciencia e investigación Forestal**- Instituto Forestal /Chile. Volumen 15 N- 3.2009.

FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D.; TREVISAN, R. Prognose do crescimento volumétrico individual de árvores de

eucalyptus, em povoamentos na Região Centro Sul. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 51, p. jul./dez.2005.

FLORIANI, M. M. P.; STEFFENS, C. A.; CHAVES, D M. Rustificação de plantas de *Eucalyptus dunnii* Maiden e a relação entre as concentrações de carboidratos solúveis totais e de prolina foliar e a tolerância ao frio. **Revista Árvore**. vol.35, n.1, pp. 21-29. 2011.

FOLMANN, W. T.; MIRANDA, G. M.; DIAS, A. N.; MORO, F.C.; FERNANDEZ, M. L. Q. Viabilidade de projetos florestais em três regimes de manejo na mesoregião Centro-Oriental do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 153 - 160, jan. / mar. 2014.

GEORGIN, J. Plantio de *Pinus elliottii* em pequenas propriedades rurais no norte do Rio Grande do Sul. Revista Monografias Ambientais - **REMOA** v.14, n.3, p.3341-3345. 2014.

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.

HIGA, R. C. V. **Avaliação e recuperação de *Eucalyptus dunnii* atingidos por geadas em Campo Tenente, Paraná.** Tese (Doutorado em Ciências Florestais). UFPR. Curitiba, PR. 100 p. 1998.

HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente, PR. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 40, p.67-76. 2000.

LOPES, C. S. D. **Caracterização da madeira de três espécies de eucalipto para uso em movelaria.** Dissertação (Mestre em Tecnologia de Produtos Florestais). USP. Piracicaba, SP. 87 p. 2007.

LOURENÇO, M. F. S. **Características limitantes do solo no crescimento de *Eucalyptus dunnii* Maiden, em uma toposequência na Região de Três Barras (SC)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal).UFPR. Curitiba, PR. 140p. 1996.

PALUDZYSZYN, E.F.; SANTOS, P. E. T. Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii* no estado do Paraná. Colombo. **Embrapa Floresta**. Comunicado Técnico 141, 2005.

QUIQUI, E. M. D.; MARTINS, S. S.; SHIMIZU, J. Y. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. **Maringá**, v. 23, n. 5, p. 1173-1177, 2001.

REINER, D. A.; SILVEIRA, R. E.; FERRONATO, M. L.; MENEGASSI, A. D. Desenvolvimento de *Eucalyptus dunnii* Maiden em diferentes espaçamentos de plantio em Pato Branco – Paraná. **Anais 4º Congresso Florestal Paranaense 2012**. Disponível em <[http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Arquivos\\_HTML/4-Trabalhos-04.htm](http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Arquivos_HTML/4-Trabalhos-04.htm)> . Acesso em: 07 Janeiro 2015.

RETSLAFF, F. A. S.; DIAS, A. O.; FIGUEIREDO, A. F.; FELDE, J. L. Curvas de índice de sítio para *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden a região dos Campos Gerais, PR. **Anais. II Seminário de Atualização Florestal e XI Semana de Estudos Florestais** . 2010. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 153 – 160. 2014.

ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Qualidade de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* em função do método de desdobro e condição de umidade. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 314-321. 2006.

SANTOS, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.29, n 6, p. 931-936, 2005.

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.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal- módulo 3: métodos para classificação de sítios florestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 151p, 1997.

SELLE, G.L.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Classificação de sítio para *Pinus taeda* ., através da altura dominante, para a região de Cambará do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.4, n.1, p. 77-95, 1994.

SILVA, M. L; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra. **Revista Árvore**. vol.29, n.6, pp. 931-936, 2005.

sua contribuição ao agronegócio brasileiro. **Conhecimento Interativo**, São José dos Pinhais, PR, v. 1, n. 1, p. 3-9, jul./dez. 2005.

TEMPS, M. **Adição da precipitação pluviométrica na modelagem do crescimento e da produção florestal em povoamentos não desbastados de *Pinus taeda* L.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). UFPR, Curitiba. p.115, 2005.

TÉO, S. J.; BRESSAN, D. R.; COSTA, R. H. Uso de modelos estatísticos para classificação de sítios em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Caçador – SC. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, p. 179-188. 2011.

TRUGILHO, P. F.; IWAKIRI, S.; ROCHA, M. P.; MATOS, J. L. M.; SALDANHA, L. K. Efeitos da idade e classe diamétrica na deformação residual longitudinal em árvores de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore** . vol.28, n.5, pp. 725-731.2004.

VITALE, V.; MIRANDA, G. M. Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região Centro-Sul do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 3, p. 469-476, 2010.

ZANON, M. L. B.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; KLEIN, J. E. M.; COELHO, M. C. B. Funções para descrever a relação altura diâmetro de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n.1, p . 87-90, 1996

## ANEXOS

### Anexo 1

Coeficientes obtidos para o ajuste do modelo Trorey (1932) para estimar altura e suas respectivas estatísticas de ajuste.

Coeficientes				
Idade	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$R^2$
3	0,1874	1,3706	0,0286	0,69
4	5,7423	0,9234	-0,0184	0,64
5	12,107	0,1952	0,0119	0,56
6	3,3571	1,5650	-0,0312	0,72
7	8,5542	0,8780	-0,0090	0,74
8	5,1358	1,1709	-0,0115	0,67
9	9,2613	0,7662	-0,0020	0,72
10	11,4510	0,7342	-0,0020	0,42
11	16,6560	0,6096	-0,0040	0,38
12	10,3470	1,2571	-0,0162	0,37
16	28,9900	0,0023	0,00400	0,46
17	11,1430	1,1945	-0,0147	0,12
22	76,8260	-1,9684	0,02580	0,09
24	7,9706	1,2035	-0,0131	0,30



ANEXO 2  
Custo de Implantação e Manutenção para Eucalipto

<b>Operação</b>	<b>Idade / ano</b>	<b>N/ha</b>	<b>Altura de poda</b>	<b>% remanescente</b>	<b>Custo (R\$/t)</b>	<b>Custo (R\$/ha)</b>
Preparo de terreno						
Plantio	0-1	1600	-	-	-	1800
Controle formiga						
Roçada semi-mecanizada						
Aplicação de herbicida	1-2	-	-	-	-	950
Controle formiga						
Roçada semi-mecanizada						
Aplicação de herbicida	2-3	-	-	-	-	850
Controle formiga						
1ª Poda	1,5	-	1,5	-	-	317,46
2ª Poda	2,5	-	3	-	-	370,37
3ª Poda	3,5	-	4,8	-	-	312,50
4ª Poda	4,5	-	5,8	-	-	307,69
1º Desbaste	4	-	-	54%	40,00	-
2º Desbaste	7	-	-	54%	40,00	-
3º Desbaste	10	-	-	54%	30,00	-
Corte raso	20 +	-	-	0%	29,00	-

## ANEXO 3

## Fluxo de Caixa: Valores Correntes

Ano	Custos		Receitas		
	Silvicultura		Sítio I	Sítio II	Sítio III
1	1900		-	-	-
2	1367		-	-	-
3	1320		-	-	-
4	413		500	500	500
5	408		-	-	-
6	100		1.000	1.000	1.000
7	100		-	-	-
8	100		-	-	-
9	100		3.000	3.000	3.000
10	100		-	-	-
11	100		-	-	-
12	100		-	-	-
13	100		-	-	-
14	100		-	-	-
15	100		-	-	-
16	100		-	-	-
17	100		-	-	-
18	100		-	-	-
19	100		-	-	-
20	100	Total	72.991	37.503	22.433