

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

BRUNO HENRIQUE TONIAZZO DE BRITO

**PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE
Eucalyptus dunnii Maiden SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2019

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

BRUNO HENRIQUE TONIAZZO DE BRITO

PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE
Eucalyptus dunnii Maiden **SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2019

BRUNO HENRIQUE TONIAZZO DE BRITO

PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE
Eucalyptus dunnii Maiden **SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Jamhour

Coorientador: Prof. Dr. Edson Roberto
Silveira

PATO BRANCO

2019

BRITO, Bruno Henrique Toniazzo
Parâmetros de crescimento de *Eucalyptus dunnii* Maiden sob
diferentes espaçamentos/Bruno Henrique Toniazzo de Brito.
Pato Branco. UTFPR, 2019
35 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Jorge Jamhour
Coorientador: Dr. Edson Roberto Silveira
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,
2019

Bibliografia: f. 28 – 30

1. Agronomia 2. Árvores – Crescimento. 3. Eucalipto. 4. Medição. 5.
Avaliação. I. Jamhour, Jorge, orient. II. Silveira, Edson Roberto,
coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Agronomia. IV. Título.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE

Eucalyptus dunnii Maiden **SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

por

BRUNO HENRIQUE TONIAZZO DE BRITO

Monografia apresentada às 13 horas 30 min. do dia 10 de julho de 2019 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Pato Branco*. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Edson Roberto Silveira
UTFPR *Campus Pato Branco*

Prof^a. Dr^a Adriana Paula D'Agostini Contreiras Rodrigues
UTFPR *Campus Pato Branco*

Prof^a. Dr^a Flavia Alves Pereira
UTFPR *Campus Dois Vizinhos*

Prof. Dr. Jorge Jamhour
UTFPR *Campus Pato Branco*
Orientador

Prof. Dr. Jorge Jamhour
Coordenador do TCC

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR *Campus Pato Branco-PR*, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico este trabalho aos meus pais, que me apoiaram nos momentos mais difíceis, sem vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em especial, ao Departamento de Ciências Agrárias, pela oportunidade de formação profissional;

Ao meu Orientador Prof. Dr. Jorge Jamhour e ao Coorientador Dr. Edson Roberto Silveira, agradeço por todas as orientações, conhecimento, ética e experiência que me foi passado;

Aos meus pais Valfrido R. de Brito e Carmem Toniazzo, meus irmãos Larissa de Brito, Valfrido R. de Brito Filho e Thaissa de Brito, agradeço de coração por toda força e apoio;

Para a minha companheira, Larissa Tima Souza Barbosa, agradeço por me encorajar e me passar confiança nos momentos mais difíceis;

Agradeço a todos amigos e envolvidos, que de alguma forma tiveram participação nessa conquista.

“Então, meu coração também pode crescer, entre o a mor e o fogo, entre a vida e o fogo, meu coração cresce dez metros e explode. - Ó vida futura! Nós te criaremos..”
(Carlos Drummond de Andrade)

RESUMO

BRITO, Bruno Henrique Toniazzo de. PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE *Eucalyptus dunnii* Maiden SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS. 35 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

Pesquisa-se sobre os efeitos do espaçamento de plantio, no crescimento de *Eucalyptus dunnii*, a fim de comparar o diâmetro, altura e volume. Para tanto, é necessário comparar os dados obtidos nos anos de 2009 e 2019. A implantação do experimento ocorreu em agosto de 2008, com a plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden sob diferentes espaçamentos. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e quatro tratamentos. Os tratamentos foram definidos pelo espaçamento inicial de: 1,5 x 1,5 m (2,25 m²); 2 x 2 m (4,00 m²); 2 x 3 m (6,00 m²); e 3 x 3 m (9,00 m²). No dia 13 de maio de 2019, foram efetuadas as medições de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total das árvores. Árvores mortas, quebradas e bordaduras, foram descartadas das avaliações. Para estimar a altura total, utilizou-se uma prancheta dendrométrica e posteriormente foram feitas as estimativas do volume individual e volume por hectare de madeira. Diante disso, verifica-se que, para a variável DAP em 2009, não diferiram se entre si. Porém os dados de 2019, mostram que os espaçamentos mais amplos obtiveram as maiores médias de DAP. A altura total não apresentou diferenças significativas entre tratamentos em ambos os anos de avaliação. O volume de madeira por área em 2009 foi maior nos espaçamentos mais adensados, enquanto para os dados de 2019, o tratamento 2 x 2 m (4 m²) apresentou a maior estimativa de volume por hectare. O que impõe a constatação de uma resposta positiva do espaçamento sob o diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira, porém a variável altura não mostrou se correlacionada.

Palavras-chave: 1. Árvores - Crescimento. 2. Eucalipto. 3. Medição. 4. Avaliação. 5. DAP.

ABSTRACT

BRITO, Bruno Henrique Toniazzo de. GROWTH PARAMETERS OF *Eucalyptus dunnii* Maiden UNDER DIFFERENT SPACING. 35 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2019.

We investigated the effects of planting spacing on the growth of *Eucalyptus dunnii* in order to compare diameter, height and volume. To do so, it is necessary to compare the data obtained in the years 2009 and 2019. The implementation of the experiment occurred in August 2008, with the planting of *Eucalyptus dunnii* Maiden seedlings under different spacings. The statistical design was a randomized block design, with three replications and four treatments. The treatments were defined by the initial spacing of: 1.5 x 1.5 m (2.25 m²); 2 x 2 m (4.00 m²); 2 x 3 m (6.00 m²); and 3 x 3 m (9.00 m²). On May 13, 2019, measurements were made of breast height diameter (DBH) and total height of the trees. Dead, broken and borderless trees were discarded from the evaluations. To estimate the total height, a dendrometric drawing board was used and the estimates of the individual volume and volume per hectare of wood were subsequently made. Therefore, for the variable DAP in 2009, there was no difference between them. However, the data for 2019, show that the larger spacings obtained the highest DAP averages. Total height did not show significant differences between treatments in both evaluation years. The volume of wood by area in 2009 was higher in the denser spaces, while for the 2019 data, the 2 x 2 m (4 m²) treatment presented the highest volume estimate per hectare. This indicates a positive response of the diameter spacing to the breast height (DBH) and volume of wood, but the height variable did not show a correlation.

Keywords: 1. Trees - Growth. 2. *Eucalyptus*. 3. Measurement. 4. Evaluation. 5. DBH.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Comparação de médias de diâmetro a altura do peito (DAP), de *Eucalyptus dunnii* sob quatro espaçamentos em 2009* e 2019. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2019.....23
- Tabela 2 – Comparações entre médias de altura de *Eucalyptus dunnii* sob 4 diferentes espaçamentos em 2009* e 2019. UTFPR, *Campus Pato Branco* , 2019.....24
- Tabela 3 – Valores de área disponível por árvore, número de plantas por área, volume de madeira por planta e volume de madeira por hectare de *Eucaliptu dunnii*, sob 4 tratamentos de espaçamento em 2009*. Pato Branco, PR, 2019.....25
- Tabela 4 – Valores de área disponível por árvore, número de plantas por área, volume de madeira por planta e volume de madeira por hectare de *Eucaliptu dunnii*, sob 4 tratamentos de espaçamento em 2019 Pato Branco, PR, 2019.....26

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
DAP	Diâmetro à altura do peito
PR	Unidade da Federação – Paraná
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO SETOR FLORESTAL.....	15
3.2 ESPAÇAMENTO.....	16
3.3 DIÂMETRO.....	17
3.4 VOLUME.....	18
3.5 ALTURA.....	18
3.6 <i>Eucalyptus dunni</i>	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1 Implantação.....	21
4.2 Avaliações.....	21
4.2.1 Diâmetro.....	21
4.2.2 Altura.....	22
4.2.3 Volume.....	22
4.3 implantação do experimento.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
6 CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Tendo origem na Austrália, o gênero *Eucalyptus* faz parte da família Myrtaceae e conta com mais de 600 espécies. A chegada do eucalipto no Brasil ocorreu em meados do século 19 com finalidade em paisagismo, atualmente sendo um dos gêneros florestais mais cultivados no país para a produção de madeira. Devido a ótima adaptação climática e características produtivas desejáveis tais como, rápido crescimento, alta produtividade e aplicação em diversas áreas levaram o cultivo do eucalipto por várias regiões do Brasil (ARAÚJO, 2010).

De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (IBA) (2017), o Brasil é um dos maiores produtores de madeira do mundo, tornando o cultivo florestal grande importância para a economia nacional, já que abastece o fornecimento de matéria-prima para diversos setores industriais, como por exemplo o setor da celulose, serraria e geração de energia (PEDROSO et al., 2018). O mesmo autor ainda ressalta a utilização da madeira para a geração de energia, sendo uma alternativa ambientalmente mais viável do que combustíveis fósseis, reduzindo a pressão sobre os recursos naturais. Ao longo dos anos, houve um leve crescimento da área florestal total, porém um maior conhecimento dentro da silvicultura e tecnologia de cultivo florestal, com reconhecimento nacional e internacional (BELLOTE et al., 2018; IBA 2018).

Eloy et al. (2014) afirma que a definição do espaçamento no plantio é de grande importância para estabelecimento da cultura, já que esse fator apresenta grande influência nas taxas de crescimento das plantas, qualidade da madeira, ciclo e custo de produção. Também deve ser levado em conta o destino final da matéria-prima produzida e características de solo (PAULINO, 2012). O objetivo na definição da densidade de plantio, é promover o espaço ideal para a planta poder expressar o seu máximo desenvolvimento, aumentando a qualidade da matéria prima e diminuindo os custos operacionais (SILVA et al., 2010; SCOLFORO, 1998).

A prática de alta densidade de plantio, poderá expor as plantas de eucalipto a um ambiente que haja competição por luz, água e nutrientes, diminuindo a produtividade individual. A maior densidade de plantio estabelece uma competição entre plantas mais rapidamente, alguns anos após o plantio do que em casos de

maiores espaçamentos entre plantas (DANIEL, 2014). Entretanto, considerando uma densidade muito baixa, o agricultor pode estar deixando de aproveitar todo o potencial do solo e da área de cultivo, também ocasionando em menor rendimento por área. (EMBRAPA, 2003).

No geral, plantio de árvores destinadas a fins energético como carvão e lenha, destaca se espaçamentos mais adensados. Já a produção destinada a serraria, o qual é demandado maiores diâmetros do tronco, e qualidade da madeira, opta-se por espaçamentos maiores (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2014). Comumente os espaçamentos mais utilizados para plantio de eucalipto são 2 x 2 (4 m²), 3 x 2 m (6 m²) e 3 x 3 m (9 m²), atendendo o mercado de celulose e serraria (EMBRAPA, 2003).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo deste trabalho é comparar o efeito de diferentes espaçamentos, no DAP, altura total e volume em povoamento de *Eucalyptus dunnii* na região de Pato Branco.

2.2 ESPECÍFICOS

- Comparar os dados de 2019 com os dados obtidos por Reiner, Silveira e Szabo (2011), a respeito do efeito do espaçamento no crescimento de *Eucalyptus dunnii*, para as variáveis;
- Diâmetro à altura do peito.
- Altura total.
- Volume de madeira por planta e volume de madeira por hectare.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO SETOR FLORESTAL

Em 2016 a área planta de floresta foi de 7,84 milhões de hectares, sendo 5,7 milhões de hectares de eucalipto, com um crescimento de 2,4% ao ano. A indústria florestal de base do Brasil tem a maior produção de madeira por área plantada assim sendo reconhecida mundialmente, em 2016 liderou o ranking mundial com 35,7 m³/ha de média de produtividade em volume de madeira.

Segundo Stape *et al.* (2010) a alta produtividade do eucalipto no Brasil é dividida a sua adaptação aos diferentes climas presentes no Brasil, aonde o país possui temperatura, pluviosidade e radiação solar favorecendo o desenvolvimento da árvore. E ainda pode ter seu potencial produtivo elevado, se a planta alcançar uma melhor absorção da luz solar e utilização da mesma, assim como a absorção de água e nutrientes, o Eucalipto chegaria no seu máximo fisiológico assim aumentando a produtividade (GOLNÇALVES *et al.*, 2008). Uma ferramenta utilizada pela indústria brasileira é a certificação florestal que garante a sustentabilidade e assim tendo comprometimento socioambiental, a certificação garante que o manejo das áreas seja feito de forma adequada, dentro das responsabilidades ambientais e sociais .

O Brasil tem expresso um alto potencial para liderar a produção de energia proveniente de biomassa, apresentando diversidade em energia renovável. O país apresenta também, ótimas condições climáticas e de solo, que favorecem o estabelecimento de plantios florestais. Destaca-se também a capacidade de integrar a agricultura energética sem comprometer as áreas de produção alimentícia e ambiental (BELLOTE *et al.*, 2018; BORGES *et al.*, 2017).

Segundo IBA (2017), somando os setores da siderurgia e produção de carvão vegetal, possuem 14% da área florestal plantadas no país. Isso representa mais 1 milhão de hectares, as quais 37,2% da madeira produzida é destinada para lenha e carvão, sendo o gênero *Eucalyptus* o mais plantado. Segundo Protássio *et al.*, (2014), outro fator que favorece o crescimento do consumo de carvão vegetal

derivado de cultivo florestal, é no intuito de diminuir a exploração de florestas nativas. Associado a isso, com o aumento do consumo de carvão vegetal, ocorre a diminuição da demanda por carvão mineral, resultando na atenuação da emissão de gases poluentes por indústrias siderúrgicas (ABRAF, 2013).

3.2 ESPAÇAMENTO

A definição do espaçamento mais apropriado para uma área florestal plantada, é na maior parte das vezes embasada no destino final da madeira. Dessa forma são negligenciados os efeitos sobre a taxa de sobrevivência, crescimento, qualidade da madeira, idade para corte e custos de operação (CASTRO; FARIAS NETO; CAVALCANTE, 1998). De acordo com Leite, Nogueira e Moreira (2006), a qualidade do solo, tipo de colheita, e o destino da madeira são fatores que definem qual espaçamento que deve ser adotado.

A definição do espaçamento adequado, é um dos fatores mais importantes para a implantação de florestas com finalidade energética (LOPES *et al.*, 2017). Nesses casos comumente é estabelecido o maior adensamento populacional, uma vez que busca se alcançar em menos tempo uma maior produção de volume de biomassa por hectare. (NARDUCCI; YARED; BRIENZA JÚNIOR, 2016; COUTO; MÜLLER, 2008). No entanto, menores espaçamentos entre árvores, podem elevar os custos de produção e exploração, mais que proporcionalmente à produtividade por área (GARCIA, 2013; SILVA; MACHADO, 1995). De acordo com Tonini *et al.* (2018), espaçamentos maiores são mais vantajosos em razão da maior biomassa acumulada no tronco e menor custo de produção.

Segundo Santarosa, Penteado Júnior e Goulart (2014), a definição do espaçamento poderá afetar diretamente a produtividade, influenciando componentes de rendimento da madeira até os manejos adotados ao longo do ciclo da cultura. Os espaçamentos mais comuns são 3,00 por 2,00 metros e 3,00 por 3,00 metros. Espaçamentos afastados são mais utilizados com propósito para serraria, aumentando o preço da matéria-prima. Ao escolher o espaçamento de plantio de espécies florestais, deve se buscar alcançar o máximo de retorno por área,

principalmente considerando espécies de desenvolvimento rápido como o caso do eucalipto.

Fatores como a fertilidade do solo e regime de chuvas, também podem ser fatores decisivos para a definição do espaçamento (VALE *et al.*, 2000). De acordo com Wilcken *et al.* (2008), regiões mais chuvosas permitem a adoção de espaçamentos mais adensados (6m² ou menores), já regiões com menores precipitações anuais, recomenda espaçamentos mais amplos (.7,5 m² ou 9 m²). Com relação ao fator de qualidade do solo, é possível realizar o adensamento de plantio para áreas de maior fertilidade, já em solos mais pobres, deve se diminuir a população por hectare, sendo uma restrição para produção com finalidade energética (TONINI *et al.* 2018; SCOLFORO, 1998).

3.3 DIÂMETRO

Através das propriedades dendrométricas volume, altura e DAP, é possível realizar a mensuração do crescimento de árvores em um determinado tempo. Fatores ligados a produção florestal como, genéticos, fertilidade do solo, competição entre indivíduos e manejos, podem afetar essas variáveis (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005). O diâmetro à altura do peito é padronizado à 1,30 metro com relação ao chão, sendo a medição mais utilizada para estimativa do diâmetro. Essa variável apresenta grande importância para estudos, pois é um dado de fácil coleta e análise, sendo o produto para a realização de outros cálculos (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2012). Segundo Rodrigues (2018), o DAP é indispensável para avaliação do crescimento de árvores, além de ser fundamental para uma análise econômica.

O diâmetro é uma variável de grande importância para a definição de produtividade, sendo produto no cálculo do volume de madeira produzido.(FINGER, 1992). As medições de diâmetro geralmente são realizadas a 1,30 metro do chão, também chamada de diâmetro a altura do peito (DAP) (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2003). De acordo com Balloni e Simões (1980), o DAP apresenta alta resposta a influência do espaçamento, existindo diversos trabalhos sobre o assunto. Segundo Cardoso (1989), devido a menor concorrência entre plantas, é possível

notar que em espaçamentos menos adensados, tende a haver um maior crescimento do diâmetro a altura do peito. Já em espaçamentos mais adensados, percebe-se uma redução significativa do DAP. Couto e Müller (2008) afirmam que em uma menor faixa de tempo, é possível notar a estagnação do crescimento em povoamentos mais adensados, do que em espaçamentos mais amplos. Porém, de acordo com Guerra *et al.* (2014), apesar dos menores valores para DAP, são esses espaçamentos que produzem maiores áreas basais e volume por hectare.

3.4 VOLUME

O aumento da área basal e volume por hectare, são diretamente proporcional a espaçamento de plantio, em que os maiores valores são obtidos em povoamentos mais adensados (PAULINO, 2012). Em um estudo que buscava avaliar o desenvolvimento de *Pinus taeda* L. em diferentes espaçamentos, Lima *et al.* (2013) concluiu que a melhor relação entre volume e diâmetro, são obtidos em menores densidade de plantio.

Outro estudo mostra que, ao analisar e comparar curvas médias de crescimento em volume de duas espécies de eucalipto plantados em diferentes espaçamentos, Caterina (2017) observou que em um período de tempo mais curto, houve o maior crescimento do volume de madeira para os espaçamentos mais amplos. Também foi observado que as maiores médias de volumes individuais foram obtidas nesses espaçamentos. Isso corrobora com os dados encontrados por Sereghetti *et al.* (2015), que através de análises de variância, encontrou diferenças significativas para o volume de madeira, sendo uma relação diretamente proporcional do espaçamento com o volume individual e inversamente proporcional para volume por hectare.

3.5 ALTURA

A variável altura, para espécies florestais, pode ser definida com a distância linear ao longo do tronco a partir do solo até o ponto desejado (MACHADO,

2003). Em análises dendrométricas de povoamentos florestais, pode ser utilizada a altura total, altura de copa, altura comercial e altura do fuste. Para a medição dessa variável, pode ser realizada de forma direta ou estimada, porém dependendo da altura das árvores avaliadas, pode haver maiores dificuldades na realização direta. A altura de uma árvore, é imprescindível para o cálculo de volume (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2012). Segundo Caterina (2017), é possível encontrar muitos trabalhos na literatura, que comprovam a influência do espaçamento na variável DAP, no entanto existem divergências de estudos com relação aos efeitos na altura.

Rodrigues (2018), ao avaliar o crescimento de tachi branco sob diferentes espaçamentos, concluiu que os espaçamentos mais amplos, resultaram em maior crescimentos em altura. Resultado semelhantes encontrados por Morais (2006), que também observou um maior estímulo no crescimento em altura. No mesmo sentido, Balloni (1983) justifica que em espaçamentos mais adensados, ocorre maior competição por recursos, sendo esse o fator para a redução do crescimento em altura nesses casos. Contrário a isso, Silva e Machado (1995) afirma haver um maior estímulo da altura, justamente pela competição existente entre plantas, ser maior nos espaçamentos adensados. Paula et al. (2013), no entanto, ao estudar 5 arranjos espaciais e densidade populacional mais adequada para o plantio de *Eucalyptus camaldulensis*, não observou diferença significativa com 5% de probabilidade de erro para o crescimento em altura.

3.6 *EUCALYPTUS DUNNI*

A espécie *Eucalyptus dunnii* é originário do sudeste da Austrália e nordeste de Nova Gales do Sul (ZANON *et al.*, 1996). Segundo PaludzyszynFilho e Santos (2005) e Higa *et al.* (2000), no Brasil o *Eucalyptus dunnii* tem sido cultivada em grande escala nos estados de Santa Catarina e Paraná nas altitudes de 500 a 1000m, é cultivado nessas regiões pois tem leve tolerância as geadas, geadas mais fortes pode causar perda de área foliar ou até a morte da planta.

A espécie possui crescimento acelerado, árvores com pouca conicidade, talhões bastante uniforme além da tolerância a geadas (HIGA *et al.*, 2000) De acordo com Rocha *et al.* (2006) essa espécie é utilizado principalmente

na produção de compensados, carvão, na produção de celulose e também pode ser utilizado na produção de madeira nobre, assim tendo maior valor agregado.

Eucalyptus dunnii, apresenta características de crescimento parecido com outras espécies do mesmo gênero, apresentando uma média de crescimento em altura de três metros e três centímetros para diâmetro. A parte principal do tronco pode chegar a trinta metros sem a presença de galhos .(PALUDZYSZYN FILHO E SANTOS 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 IMPLANTAÇÃO

A implantação do experimento correu em agosto de 2008, com a plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden, sob diferentes arranjos espaciais. O experimento foi estabelecido na área experimental do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná *campus* Pato Branco, no município de Pato Branco-PR.

O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho aluminoférrico, apresentando relevo ondulado e textura argilosa. A região apresenta a classificação de clima tipo Cfb, de acordo com Koppen. O clima da região é temperado, apresentando precipitação média anual de 1.800 mililitros. A localização geográfica do experimento está definido nas coordenadas 26°10' 36,5"S de latitude Sul e 52° 41' 16,6"W, com altitude média de 780 metros e declividade do relevo entorno de 10 a 15%. As mudas eram adaptadas as condições climáticas da região e foram obtidas com um produtor local (REINER; SILVEIRA; SZABO, 2011).

4.2 AVALIAÇÕES

No dia 13 de maio de 2019, foram efetuadas as medições de diâmetro e altura total. Posteriormente os dados foram digitalizados em planilha eletrônica e realizado as estimativas do volume individual e volume por hectare de madeira. Árvores mortas, quebradas e bordaduras, foram descartadas das avaliações.

4.2.1 Diâmetro

As medições do diâmetro à altura do peito (DAP) , realizadas a 1,3 metro do solo, foram realizadas com a utilização de uma suta de madeira. Foram

obtidas com a utilização de uma suta de madeira, realizando duas medições cruzadas e a média do valor (COUTO; BATISTA; RODRIGUES 1989).

4.2.2 Altura

Para a estimativa da altura, utilizou-se a prancheta dendrométrica, que pode ser descrita como uma tábua com dimensões de 10 x 30 centímetros, com uma escala milimetrada de uma margem a outra e com um pêndulo fixado na parte central. Posteriormente foi realizado o cálculo para a estimativa da altura, utilizando a equação $H=(d/10).(L1+L2)$ (COUTO; BATISTA; RODRIGUES 1989).

4.2.3 Volume

Para a estimativa do volume cilíndrico de madeira por planta, utilizou-se a equação $((((DAP)^2)/4) \times \pi) \times (h \times 0,5)$. O volume por área é definido através da multiplicação do volume cilíndrico individual por população de cada tratamento (COUTO; BATISTA; RODRIGUES 1989).

4.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e quatro tratamentos. Os tratamentos foram definidos pelo espaçamento inicial de: 1,5 x 1,5 m (2,25 m²); 2 x 2 m (4,00 m²); 2 x 3 m (6,00 m²); e 3 x 3 m (9,00 m²). Cada parcela foi constituída de cinco linhas de plantio, sendo as avaliações realizadas nas linhas centrais de cada parcela. A área foi subdividida em três blocos (3 repetições), totalizando 12 unidades experimentais, cada uma com área de 1.500,0 m² (75,0 x 20,0 m), com espaçamento de 3,0 m entre parcelas e de 4,0 m entre blocos, sendo a área necessária total de 4.500,0 m² (REINER; SILVEIRA; SZABO, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Comparando os dados de DAP coletados em 2009 (Tabela 1), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Kruschewsky *et al.* (2007), por outro lado, ao avaliar o comportamento de crescimento de espécies de *Eucalyptus* sob quatro diferentes arranjos espaciais, verificou que aos 18 meses após o plantio, já é possível observar estatisticamente os efeitos do espaçamento. Sendo que os maiores valores observados para DAP, foram obtidos nos maiores espaçamentos. Dessa forma, ainda que em plantios ressescentes, é possível notar o efeito no DAP por causa da maior competição presente em espaçamentos mais adensados (LOPES *et al.*, 2017). Contrário a isso, Reiner, Silveira e Szabo (2011) explicam que pode não haver diferença significativa entre os tratamentos nos primeiros anos após o plantio, porque as plantas ainda não estão sobre os efeitos da competição por luz, água e nutrientes, mesmo em menores espaçamentos.

Tabela 1 – Comparação de médias de diâmetro a altura do peito (DAP), de *Eucalyptus dunnii* sob quatro espaçamentos em 2009* e 2019. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.

Espaçamento (m)	Diâmetro 2009 (cm)*	Diâmetro 2019 (cm)
3 x 3	7,5 1 a	28,0 a
3 x 2	7,3 2 a	26,0 ab
2 x 2	7,0 0 a	23,0 bc
1,5 x 1,5	6,6 7 a	16,0 c
Média Geral	7,1 2	24,5
CV%	4,9 1	14,37

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Letras minúsculas indicam diferença entre espaçamentos. *(REINER; SILVEIRA; SZABO, 2011)

Os dados de DAP referentes a 2019 (Tabela 1), apresentaram diferenças significativas, sendo possível afirmar que os tratamentos menos adensados, apresentaram maiores valores de DAP. Os resultados encontrados condizem com Sereghetti *et al.* (2015), Caterina (2017) Lima *et al.* (2013), os quais também observaram influencia significativa do espaçamento no DAP das árvores. Comparando as médias de DAP, é possível verificar que não houve diferença entre o tratamento T1 (3 x 3) e tratamento T2 (3 x 2), porém houve diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro entre o tratamento T1, T3 e T4. Também não houve diferença entre T2 e o tratamento T3 (2x2) e T3 não

apresentou diferença significativa com relação ao tratamento T4 (1,5 x 1,5) (Tabela 1).

Conforme os dados apresentados na Tabela 2, para a variável altura, não houve diferença significativa entre tratamentos no ano de 2009 e 2019. Resultados semelhantes encontradas por Lopes *et al.* (2017), que ao comparar 3 clores em diferentes espaçamentos, constatou aos 12 meses que também não houve diferenças significativas. Bernardo (1995), afirma que existe divergência com relação aos efeitos do espaçamento no crescimento juvenil, podendo haver resposta positiva para o aumento da altura em maiores espaçamentos, e em outros casos pode ocorrer o contrário. Avaliando os efeitos do espaçamento e adubação sobre o crescimento de *Eucalyptus saligna*, Berger (2000), verificou que os menores espaçamentos apresentaram redução da altura das árvores.

Tabela 2 – Comparações entre médias de altura de *Eucalyptus dunnii* sob 4 diferentes espaçamentos em 2009* e 2019. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.

Espaçamento (m)	Altura 2009 (m)*	Altura 2019 (m)
3 x 3	6,69 a	28,33 a
3 x 2	6,53 a	27,33 a
2 x 2	6,65 a	27,66 a
1,5 x 1,5	6,50 a	27,66 a
Média Geral	6,59	27,75
CV%	3,57	2,16

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Letras minúsculas indicam diferença entre espaçamentos.

*(REINER; SILVEIRA; SZABO, 2011)

Para Silva *et al.* (2016), a redução da altura em menores espaçamentos de plantio, pode ser explicada devido competição mais precoce por luz e água, que se estabelece dentro de povoamento mais adensados. Balloni e Simões (1980), explicam que para várias espécies, a adoção de menores espaçamentos de plantio, podem contribuir para o aumento da competição e número de árvores dominadas, as quais contribuem para a diminuição da altura média do povoamento. Por outro lado, Pereira (2015) afirma que em áreas florestais com maior densidade populacional, ocorre um maior o crescimento em altura, reduzindo o deslocamento de fotoassimilados para o crescimento do diâmetro.

Assim como os resultados de DAP e altura para 2009, também não houve diferença significativa para volume no mesmo ano (Tabela 3). Essas variáveis são produtos do volume individual por planta (V/planta), logo por não apresentarem

diferenças significativas de altura e DAP, também não apresentaram valores significativos de volume entre tratamento. Porém não é observado o mesmo comportamento para a variável volume por hectare (V/ha) (Figura 3). A explicação para isso, pode ser devido aos espaços ocupados por plantas serem diferentes entre tratamentos, ocorrendo o aumentando da população por hectare conforme reduz se o espaçamento (MARCOLINO, 2010). Multiplicando o volume individual por seus respectivos valores populacionais, foi possível encontrar os volumes totais de madeira produzido em metros cúbicos por área. O tratamento 1,5 x 1,5 m, diferiu se entre os demais e apresentou o maior volume de madeira por área (50,22 m³/ha).

Tabela 3 – Valores de área disponível por árvore, número de plantas por área, volume de madeira por planta e volume de madeira por hectare de *Eucalipto dunnii*, sob 4 tratamentos de espaçamento em 2009*. Pato Branco, PR, 2019.

Espaçamento (m)	Área/planta (m ²)	Plantas/ha	V/planta(m ³)	V/ha(m ³ /m ²)
3 x 3	9	1111	0,0148 a	16,44 a
3 x 2	6	1666	0,0137 a	22,82 ab
2 x 2	4	2500	0,0127 a	31,75 b
1,5 x 1,5	2,25	4444	0,0113 a	50,22 c
Média Geral			0,01982	30,31
CV%			10,33	12,47

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Letras minúsculas indicam diferença entre espaçamentos

*(REINER; SILVEIRA; SZABO, 2011)

Já os tratamentos mais amplos, foram aqueles que produziram menor volume de madeira por área (Tabela 3). Esses resultados corroboram com Pacheco, Chaves e Nicoli (2013), em um trabalho semelhante, também observou a diminuição da produção volumétrica individual em povoamentos adensados, no entanto uma maior produção por unidade área.

Observando os dados obtidos em 2019 (Tabela 4), apresentou se diferença significativa entre tratamentos, sendo que o espaçamento 2x2 apresentou o maior volume por área. O tratamento 1,5 x 1,5 m, apesar de apresentar quase o dobro do número de árvores, obteve um menor volume por área se comparado ao tratamento anterior. A explicação para isso, pode ser de que nesse ponto do crescimento, a menor competição presente no tratamento T3 em relação ao T1, compensou o menor número de indivíduos (2500 árvores) com um maior incremento em DAP. De acordo com Marcolino (2010), com o passar dos anos, é possível

observar o aumento do volume por área em espaçamentos mais amplos, pois se estabelece a maior competição entre árvores em povoamentos mais adensados.

Tabela 4 – Valores de área disponível por árvore, número de plantas por área, volume de madeira por planta e volume de madeira por hectare de *Eucalipto dunnii*, sob 4 tratamentos de espaçamento em 2019 Pato Branco, PR, 2019.

Área/planta (m ²)	Plantas/ha	V/planta(m ³)	V/ha(m ³ /m ²)
9	1111	0,8621 a	957,79 c
6	1666	0,7255 ab	1208,68 b
4	2500	0,5746 b	1436,5 a
2,25	4444	0,2781 c	1235,87 b
Média Geral		0,6974	1209,71
CV%			14,64

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Letras minúsculas indicam diferença entre espaçamentos

Boyden, Binkley e Stape (2008) ao avaliar a influência da variação genética na concorrência entre árvores de eucalipto, encontrou resultados que indicam haver maior competição entre indivíduos em povoamentos monoclonais, do que em povoamentos com maior variabilidade genética. Esse fator ligado a maior competição presente nos arranjos adensados, podem ser a causa da heterogeneidade entre árvores dentro do povoamento florestal, que causam a redução da produtividade por limitação da eficiência de aproveitamento de luz e água (RYAN *et al.*, 2010; BINKLEY, 2004).

6 CONCLUSÕES

Os dados obtidos no experimento com *Eucalyptus dunnii*, evidenciaram uma resposta positiva do espaçamento sob o DAP e volume de madeira, porém a variável altura não mostrou se correlacionada.

Já para o ano de 2019, houve diferenças significativas entre tratamentos, sendo os espaçamentos mais amplos aqueles que obtiveram as maiores médias de DAP.

A altura total não apresentou diferenças significativas entre tratamentos em ambos os anos de avaliação.

Para a variável volume por planta obtida com os dados de 2009, não houve diferenças entre tratamentos, porém o volume por área foi maior conforme reduziu se o espaçamento. Já para os dados de 2019, o volume individual foi diretamente proporcional a diminuição do espaçamento e o volume por área foi maior nos espaçamentos mais adensados, sendo o tratamento 2 x 2 m (4m²) o que apresentou a maior média de volume de madeira por área.

REFERÊNCIAS

- ABRAF, Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013. 148 p. ISSN 1980-8550. Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-abraf13-br.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.
- ARAÚJO, M de S. Manejo de espécies florestais para produção de madeira, forragem e restauração de áreas degradadas. v. 5, p. 60, 2010.
- BALLONI, EA. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. **Silvicultura**, v. 8, n. 31, p. 588–592, 1983.
- BALLONI, Edson Antonio; SIMÕES, João Walter. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 3, p. 1–16, 1980.
- BELLOTE, Antonio Francisco Jurado *et al.* Biomassa e sua participação na matriz energética brasileira. **Embrapa Territorial-Capítulo em livro científico (ALICE)**, Energia limpa e acessível, p. 23–33, 2018.
- BENIN, Cristiane Carla; WATZLAWICK, Luciano Farinha; HILLIG, Éverton. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* sob efeito do espaçamento de plantio. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1375–1384, 2017.
- BERGER, Rute. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da fertilização**. 126 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- BERNARDO, Alberto Luiz. **Crescimento e Eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) — Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Viçosa, 1995.
- BINKLEY, Dan. A hypothesis about the interaction of tree dominance and stand production through stand development. **Forest ecology and management**, Elsevier, v. 190, n. 2-3, p. 265–271, 2004.
- BORGES, Ane Caroline Pereira *et al.* Energias renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 2, p. 23–36, 2017. ISSN 1982-5528.
- BOYDEN, Suzanne; BINKLEY, Dan; STAPE, José Luiz. Competition among *Eucalyptus* trees depends on genetic variation and resource supply. **Ecology**, Wiley Online Library, v. 89, n. 10, p. 2850–2859, 2008.
- CARDOSO, Denise Jeton. **Avaliação da influencia dos fatores sitio, idade, densidade e posição sociologica na relação hipsometrica para *Pinus taeda* nas regiões central e**

sudoeste do Estado do Paraná. Dissertação (Mestrado) —Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, 1989.

CASTRO, Alberto William Viana de; FARIAS NETO, João Tomé de; CAVALCANTE, Emanuel da Silva. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). **Acta Amazonica**, SciELO Brasil, v. 28, n. 2, p. 141–141, 1998. ISSN 0044-5967.

CATERINA, Giulia Lembo. **Curvas de crescimento de *Eucalyptus* spp. em plantios de diferentes espaçamentos.** 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017.

CHIES, Daniel. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** 137 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <<https://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/chies,d.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

COUTO, Hilton Thadeu Zarate do; BATISTA, João Luís Ferreira; RODRIGUES, Luiz Carlos Estraviz. Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas. **Documentos florestais**, v. 5, p. 1–37, 1989.

COUTO, Laércio; MÜLLER, Marcelo Dias. Florestas energéticas no Brasil. **Biomassa para Energia**, p. 93–111, 2008.

DANIEL, Omar. **Silvicultura Sustentável.** Dourados: [s.n.], 2014. 235 p.

ELOY, Elder *et al.* Influência do espaçamento nas características energéticas de espécies arbóreas em plantios de curta rotação. **Revista Árvore**, Universidade Federal de Viçosa, v. 38, n. 3, p. 551–559, 2014. ISSN 0100-6762.

Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção Embrapa: Cultivo do Eucalipto. Brasília: Embrapa Florestas, 2014. Disponível em:<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudop_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column-1&p_p_state=normal&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7811&p_r_p_-996514994_topicId=8514&p_p_mode=view>.

ENCINAS, José Imaña; SILVA, Gilson Fernandes da; PINTO, José Roberto Rodrigues. **Idade e crescimento das árvores.** Brasília: Universidade de Brasília, 2005. v. 7.

FINGER, César Augusto Guimarães. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. 269 p.

GARCIA, EA. **Qualidade da madeira de eucalipto em função do espaçamento, da adubação e da idade conduzida no sistema de curta rotação.** 84 p. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes *et al.* Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, Taylor & Francis, v. 70, n. 2, p. 105–118, 2008.

GUERRA, Saulo PS *et al.* Heating value of eucalypt wood grown on site for energy production. **Fuel**, Elsevier, v. 137, p. 360–363, 2014.

HIGA, Rosana Clara Victoria *et al.* Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente, PR. **ALICE**, Colombo, n. 40, p. 67–76, 2000.

IBA, Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2017**. São Paulo, 2017. 80 p.

IBA, Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2018**. São Paulo, 2018. 6 p.

INOUE, Mário Takao *et al.* Crescimento juvenil de *Pinus taeda* em função do espaço vital de crescimento. **Floresta**, v. 1, n. 1, p. 57–62, 2011.

KRUSCHEWSKY, Gabriel Corrêa *et al.* Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agrossilvipastoril no cerrado. **Cerne**, Universidade Federal de Lavras, v. 13, n. 4, p. 360–367, 2007.

LEITE, Helio Garcia; NOGUEIRA, Gilciano Saraiva; MOREIRA, Antônio Maurício. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, SciELO Brasil, v. 30, n. 4, p. 603–612, 2006.

LIMA, Rodrigo *et al.* Efeito do espaçamento no desenvolvimento volumétrico de *Pinus taeda* L. **Floresta e Ambiente**, SciELO Brasil, v. 20, n. 2, p. 223–230, 2013.

LOPES, Emerson Delano *et al.* Influência do espaçamento de plantio na produção energética de clones de *Corymbia* e *Eucalyptus*. **Floresta**, v. 47, n. 1, p. 95–104, 2017.

MACHADO, Sebastião do Amaral; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: Ed. dos Autores, 2003. 309 p. ISBN 85-903270-1-9.

MARCOLINO, Leandro. **Crescimento de clones de eucalipto em quatro espaçamentos de plantio no interior de São Paulo**. 36 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Florestas, Seropédica, 2010.

MORAIS, Verlândia de Medeiros. **Dinâmica de crescimento de eucalipto clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do Estado de Minas Gerais**. 63 p. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

NARDUCCI, Tainah Silva; YARED, Jorge Alberto Gazel; BRIENZA JÚNIOR, Silvio. Growth and survival of *Sclerolobium paniculatum* Vogel and the relationship between rainfall and the increment in diameter at different planting spacings. **Revista Árvore**, SciELO Brasil, v. 40, n. 3, p. 447–454, 2016.

OLIVEIRA, Alessandro Camargo de. **Avaliação do crescimento de clones de *Eucalyptus* spp. em duas regiões do Estado de Mato Grosso**. 46 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Cuiabá, 2016.

PACHECO, Abílio Rodrigues; CHAVES, Roselene de Queiroz; NICOLI, Clarisse Maia Lana. Integration of crops, livestock, and forestry: a system of production for the brazilian cerrados. **ALICE**, Eco-efficiency: from vision to reality, p. 51–61, 2013.

PALUDZYSZYNFILHO, Estefano; SANTOS, Paulo Eduardo Telles dos. Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii* no Estado do Paraná. **Comunicado técnico**, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, v. 141, n. 1, p. 7, 2005. ISSN 1517-5030.

PAULA, Ranieri R *et al.* Eucalypt growth in monoculture and silvopastoral systems with varied tree initial densities and spatial arrangements. **Agroforestry systems**, Springer, v. 87, n. 6, p. 1295–1307, 2013.

PAULINO, Erik Júnior. **Influência do espaçamento e da idade na produção de biomassa e na rotação econômica em plantios de eucalipto**. 54 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

PEDROSO, Juarez Iensen *et al.* Avaliação econômica de projetos de florestamento com *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden implantado sob diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, Universidade Federal de Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 240–248, 2018.

PEREIRA, Denny Gyn Lima. **Influência do espaçamento de plantio em povoamento de clones híbridos de *Eucalyptus* spp. no estado do Pará**. 21 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal do Paraná, curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal, Curitiba, 2015.

PROTÁSIO, Thiago de Paula *et al.* Qualidade da madeira e do carvão vegetal oriundos de floresta plantada em Minas Gerais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 78, p. 111–123, 2014. ISSN 1983-2605. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/657>. Acesso em: 03 jul. 2019.

REINER, Driéli Aparecida; SILVEIRA, Edson Roberto; SZABO, Marcia Sayuri. O uso do eucalipto em diferentes espaçamentos como alternativa de renda e suprimento da pequena propriedade na região sudoeste do Paraná. **Synergismus scyentifica UTFPR**, p. 7, 2011.

ROCHA, Maria Fernanda Vieira *et al.* Influence of plant spacing on the bark properties of a eucalyptus clone. **Revista Árvore**, SciELO Brasil, v. 42, n. 5, 2018.

RODRIGUES, Richard Pinheiro. **Crescimento e mortalidade de *Tachigali vulgaris* LG Silva & HC Lima em diferentes espaçamentos para fins energéticos no município de Almeirim, PA**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) — Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

RYAN, Michael G *et al.* Factors controlling eucalyptus productivity: how water availability and stand structure alter production and carbon allocation. **Forest Ecology and Management**, Elsevier, v. 259, n. 9, p. 1695–1703, 2010.

SANQUETTA, Carlos Roberto *et al.* **Inventários florestais: planejamento e execução**. 1. ed. Curitiba: Ed. dos Autores, 2006. v. 1. 270 p.

SANTAROSA, Emiliano; PENTEADO JÚNIOR, Joel Ferreira; GOULART, Ives Clayton Gomes dos Reis (edit.). **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília: Embrapa, 2014. 138 p. ISBN 978-85-7035-400-6

SCOLFORO, José Roberto Soares. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. 1. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998. v. 1. 443 p.

SEREGHETTI, Guilherme Corrêa *et al.* Efeito do espaçamento no crescimento e na densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* em florestas de ciclo curto. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 257–262, 2015.

SILVA, Elizabeth Neire da *et al.* Avaliação técnica e econômica do corte mecanizado de *Pinus* sp. com Harvester1. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 745–753, 2010.

SILVA, Márcio Lopes da; MACHADO, Carlos Cardoso. Influência do diâmetro e do número de árvores por hectare no custo de corte do eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 308–318, 1995.

SILVA, Raiane Scandiane da *et al.* Desempenho silvicultural de *Tectona grandis* L. f. em diferentes espaçamentos em Cáceres, MT. **Floresta e Ambiente**, SciELO Brasil, v. 23, n. 3, p. 397–405, 2016.

SOARES, Carlos Pedro Boechat; PAULA NETO, Francisco de; SOUZA, Agostinho Lopes de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 272 p.

STAPE, Jose Luiz *et al.* The Brazil eucalyptus potential productivity project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, Elsevier, v. 259, n. 9, p. 1684–1694, 2010.

TONINI, Helio *et al.* Growth, biomass, and energy quality of acacia mangium timber grown at different spacings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, SciELO Brasil, v. 53, n. 7, p. 791–799, 2018.

VALE, Ailton Teixeira do *et al.* Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *Acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, Universidade Federal de Lavras, v. 6, n. 1, p. 83–88, 2000.

WILCKEN, Carlos Frederico *et al.* Guia prático de manejo de plantações de eucalipto. **Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais**, p. 25, 2008.

ZANON, Magda Léa Bolzan *et al.* Funções para descrever a relação altura diâmetro de *Eucalyptus dunnii* maiden. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 87–90, 1996.