



ANAIS DO VII SIMPÓSIO FLORESTAL SUL MATO GROSSENSE

De 20 a 23 de setembro de 2022

AQUIDAUANA – MS





VII Simpósio Florestal Sul-Mato-Grossense



ANAIS DO VII SIMPÓSIO FLORESTAL SUL MATO GROSSENSE

Prof. Dr. Allan Motta Couto
Prof^a. Dr^a. Ana Paula Câmara da Silva

AQUIDAUANA – MS





VII Simpósio Florestal Sul-Mato-Grossense



COMISSÃO ORGANIZADORA

Discente:

João Manoel Lobo Duarte Silgueiro (Presidente)

Elton Daniel Sanches Santos (Vice Presidente)

Bruno Barros Tibério

José Petronilio do Nascimento Neto

Odair Alves Ribeiro

Mateus Sanches Peres Bieniek

Amanda de Oliveira Queiroz

Luciene da Silva de Souza

Samira Rosa Alberte Soliz

Alessandra Corrêa dos Santos

Natalia Lis Silva do Nascimento

Giovanna da Rocha Nunes

Gabriel Monteiro Rios

Victor Hugo dos Santos-

Cláudio Luiz Ferreira Ribeiro

João Guilherme Ferreira Ribeiro

Adriana Soares Luzardo Couto

Victória Viedes Ferreira

Docentes:

Prof. Dr. Allan Motta Couto

Prof. Dr. Diego Pierre de Almeida

Prof. Dr. Felipe André Sganzerla Graichen

Prof. Dr. Norton Hayd Rego.

Prof^a. Dr^a. Ana Paula Câmara da Silva

Prof^a. Dr^a. Patrícia Vieira Pompeu

Prof. Dr. Guilherme Silvério Aquino de Souza





APRESENTAÇÃO

O Simpósio Florestal Sul-Mato-Grossense - SimFlor, é um evento técnico-científico promovido pelo curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS em Aquidauana/MS. Esse evento é realizado tradicionalmente no segundo semestre de cada ano, juntamente com os Eventos de Iniciação Científica e Extensão da Universidade. É uma das principais ferramentas que o Curso dispõe para promover a interação discente com profissionais atuantes na área, empresários, pesquisadores de outras instituições, etc...

No evento foram apresentadas realidades distintas das que os discentes estão acostumados a presenciar em atividades comuns ao Curso. Neste sentido o discente observa novas possibilidades de atuação e se prepara para estas com maior empenho. Outro objetivo do evento foi a divulgação do Curso, e ações realizadas no mesmo, à sociedade. Possibilitar a participação de alunos do ensino médio no evento além de possibilitar a interação destes com o UEMS/Curso, amplia a consciência ambiental deste público, contribuindo assim com a formação do futuro adulto que apresentará maior responsabilidade em questões ambientais.

PROF. DR. ALLAN MOTTA COUTO

COMISSÃO ORGANIZADORA DO VII SIMFLOR





VII Simposio Florestal Sul-Mato-Grossense



Sumário

RESUMOS EXPANDIDOS	6
EFEITO DE DIFERENTES GRANULOMETRIAS E CONCENTRAÇÕES DE BIOCARVÃO NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ANGICO.....	7
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DE ESPÉCIES DE PINUS EM AQUIDAUANA-MS	12
ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE FLORESTAL POR MEIO DE VARIÁVEIS ESPECTRAIS ORIUNDAS DO SENSOR SENTINEL 2A	17
DETERMINAÇÃO DO PESO DE CARBONO EM DIFERENTE ESPÉCIES DE PINUS NA REGIÃO DE AQUIDAUANA/MS	24
AJUSTE DE FUNÇÕES DE AFILAMENTO PARA CLONES DE EUCALIPTO GRANCAM EM PLANTIOS ADENSADOS EM AQUIDAUANA-MS	27
A PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR PODE AFETAR AS PROPRIEDADES DA MADEIRA DA ÁRVORE?	32
RESUMOS SIMPLES	39
FATOR DE FORMA ÚNICO É EFICIENTE NA ESTIMATIVA VOLUMÉTRICA DE ÁRVORES DE CLONES DE EUCALIPTO?	40
ANÁLISE DE UM PLANTIO DE MUDAS NO PARQUE MUNICIPAL NATURAL LAGOA COMPRIDA ATRAVÉS DE GEOTECNOLOGIAS	41
MÉTODOS DOS DOIS DIÂMETROS PARA ESTIMATIVAS VOLUMÉTRICAS EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO.....	42
EVAPOTRANSPIRAÇÃO ACUMULADA NO PÓS PLANTIO DE SERINGUEIRA COM MÉTODOS DE APLICAÇÃO DO HIDROGEL.....	43
USO DO ALGORITMO RANDOM FOREST PARA ESTIMAR ALTURA TOTAL DE ÁRVORES DE SERINGUEIRA	44



VII Simpósio Florestal Sul-Mato-Grossense



RESUMOS EXPANDIDOS



EFEITO DE DIFERENTES GRANULOMETRIAS E CONCENTRAÇÕES DE BIOCÁRVÃO NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ANGICO

Elton Daniel Sanches SANTOS*¹; Allan Motta COUTO²

UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. E-mail: eltondaniel11@hotmail.com; allan@uems.br

Resumo

Objetivou-se com este estudo avaliar a influência de diferentes proporções e granulometrias de biocárvão vegetal como condicionador de substrato sobre a qualidade de mudas de angico-branco (*Anadenanthera macrocarpa*) e angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*). O experimento foi conduzido no viveiro florestal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Aquidauana (UUA). Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial triplo 4x4x2, sendo avaliadas quatro proporções (v:v) de moinha de carvão:solo: 20:80, 40:60, 60:40 e 80:20; em quatro granulometrias: 2, 4, 6 e 8 mm; e duas espécies de *Anadenanthera sp.* em tubetes com 164 cm³ de volume interno. Aos 180 dias após a semeadura foram mensurados a altura de planta (H) e diâmetro do coleto (DC). Foram então calculados os índices de qualidade de mudas de *Anadenanthera colubrina* e *Anadenanthera macrocarpa*. As mudas responderam de forma distinta às diferentes proporções e granulometrias de moinha de carvão no substrato. Foi observado, de modo geral, que mudas de *Anadenanthera colubrina* produzidas utilizando substrato com proporções de moinha entre 20% e 40%, apresentaram maior qualidade. Proporções de moinha de carvão entre 40% a 80%, associadas a granulometrias de 4 mm a 8 mm, resultaram em mudas de *A. macrocarpa* com maior qualidade.

Palavras-chave: Angico, Biocárvão, Carvão Vegetal, Cerrado, Viveiro Florestal

1. INTRODUÇÃO

As espécies *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, pertencem à família Fabaceae, são espécies de ocorrência natural no Brasil. Possuem potencial para uso ornamental, no entanto, a relevante importância desta se dá à madeira para produção de lenha e carvão vegetal, e ainda à sua plasticidade ecológica. Ou seja, na capacidade de se adaptar a diferentes condições ambientais, o que as tornam estratégicas espécies para a recuperação de áreas degradadas e enriquecimento de matas ciliares (CARVALHO, 2002; LORENZI, 2008).

Segundo Leles et al. (2006), a preocupação com a qualidade do meio ambiente faz com que ocorra aumento pela procura de serviços e produtos florestais, especialmente a produção de mudas para a recuperação de áreas degradadas, revegetação, reflorestamentos com finalidade econômica, restauração de matas ciliares e arborização, entre outras finalidades. A produção de mudas florestais de espécies nativas, em quantidade e qualidade adequadas, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de produtivos povoamentos florestais (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2014). A adequada formação de mudas destinadas, especialmente, à recuperação de áreas degradadas está relacionada a diversos fatores, dentre os quais destaca-se a eficiência dos substratos utilizados.

A utilização da moinha de carvão (fino de carvão) pode contribuir com a viabilização econômica da produção de mudas, uma vez que é um subproduto da qualificação do carvão vegetal destinado a termo redução do minério de ferro em siderúrgicas. Assim qualificado, seu custo de aquisição é reduzido, não onerando o viveirista na formulação de substrato (OGUNTUNDE et al., 2004). O uso em determinadas proporções de moinha de carvão como condicionador de substrato pode minimizar a dependência dos viveiristas aos insumos comerciais comumente utilizados, além de favorecer a produção de mudas com maior qualidade (SANTOS et al., 2018).

Entretanto, apesar de seu potencial como condicionador de substrato, ainda há poucos estudos sobre os efeitos da adição de distintas proporções e granulometrias de moinha de carvão para produção de mudas arbóreas nativas. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi avaliar a utilização da moinha de carvão, em proporções e granulometrias, como condicionador de substrato para produção de mudas de Angico-branco (*Anadenanthera colubrina*) e Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro florestal localizado na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Aquidauana (UUA). Para a condução do experimento, foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) disposto em esquema fatorial triplo 4x4x2, sendo quatro níveis para o fator proporção de moinha de carvão e quatro níveis para o fator granulometria da moinha de carvão, dois níveis para o fator espécie, com 27 repetições. As mudas foram produzidas em tubetes plásticos de seção circular, com volume interno de 164 cm³.

Para a composição dos substratos, foi utilizado solo coletado na Fazenda UEMS. Este foi seco ao ar, peneirado e homogeneizado junto à moinha de carvão nas proporções: 20% moinha de carvão:80% solo, 40% moinha de carvão:60% solo, 60% moinha de carvão:40% solo e 80% moinha de carvão:20% solo. A separação granulométrica da moinha de carvão foi realizada de forma manual, utilizando quatro peneiras de malha 2 mm, 4 mm, 6 mm e 8 mm. Pós preparo dos substratos, para cada tratamento foi adicionado uma dose de 5 g/L de fertilizante de liberação lenta, cuja composição foi N=14% (8,2% amoniacal e 5,8% nitrato), P₂O₅=14% e K₂O=14%. Como controle experimental, foi utilizado apenas solo e fertilizante.

As sementes de *Anadenanthera colubrina* e *Anadenanthera macrocarpa* foram coletadas no perímetro urbano do município de Aquidauana-MS. As espécies foram identificadas de acordo com Lorenzi (2002) e confirmadas utilizando o INCT – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (2021). Antes da semeadura, as sementes foram desinfetadas em uma solução comercial de hipoclorito de sódio a 2% por três minutos, enxaguando em seguida com seis passagens de água destilada.

As bandejas com tubetes foram mantidas em viveiro com nível de sombreamento de 50% e sistema de irrigação por microaspersão ativado automaticamente quatro vezes ao dia por 15 minutos, acumulando diariamente a lâmina d'água de 10 mm. Foram semeadas três a quatro sementes por tubete e, com 30 dias foi realizado o raleio das mudas, permanecendo as mudas mais vigorosas e centralizadas nos tubetes.

Aos 180 dias após a semeadura, foram realizadas avaliações biométricas e mensurados os seguintes parâmetros: altura da parte aérea (H), com o auxílio de uma régua com precisão de 0,1 cm e diâmetro do coleto (DC) com o auxílio de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 0,05 de significância. Na observância de diferença estatística significativa seguiu-se com teste de comparação múltipla de médias de Tukey a 95% de probabilidade e análise de regressão linear para caracterização matemática da variação dos parâmetros quantitativos em função da granulometria e proporção de moinha de carvão. Para diferenciação da média dos tratamentos em relação à média do controle, foi utilizado teste de Dunnett ao mesmo nível de certeza estatística.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As proporções de moinha de carvão e a granulometria testadas influenciaram significativamente em praticamente todos os parâmetros morfológicos e índices de qualidade das mudas. Foi observada interação tripla estatisticamente significativa entre espécie x proporção x granulometria em todas as variáveis (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para parâmetros biométricos e índices de qualidade de mudas de angico.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio		
		H	DC	H/DC
Proporção (P)	3	16,82*	0,95*	6,2*
Granulometria (G)	3	22,25*	0,53*	9,26*
Espécie (E)	1	2650,7*	14,1*	276,74*
P x G	9	24,66*	0,43*	6,00*
P x E	3	90,79*	1,12*	6,11*
G x E	3	13,99 ^{ns}	0,18 ^{ns}	4,63*
P x G x E	9	11,03*	0,38*	2,21*
Resíduo	559	5,54	0,08	0,98
CV (%)		23,42	12,94	21,27

GL: Grau de liberdade; H/DC: Quociente de robustez; H: Altura da parte aérea; DC: Diâmetro do coleto; CV%: Coeficiente de Variação Experimental.

*Significativo a 95% de probabilidade; ns: Não significativo a 95% de probabilidade

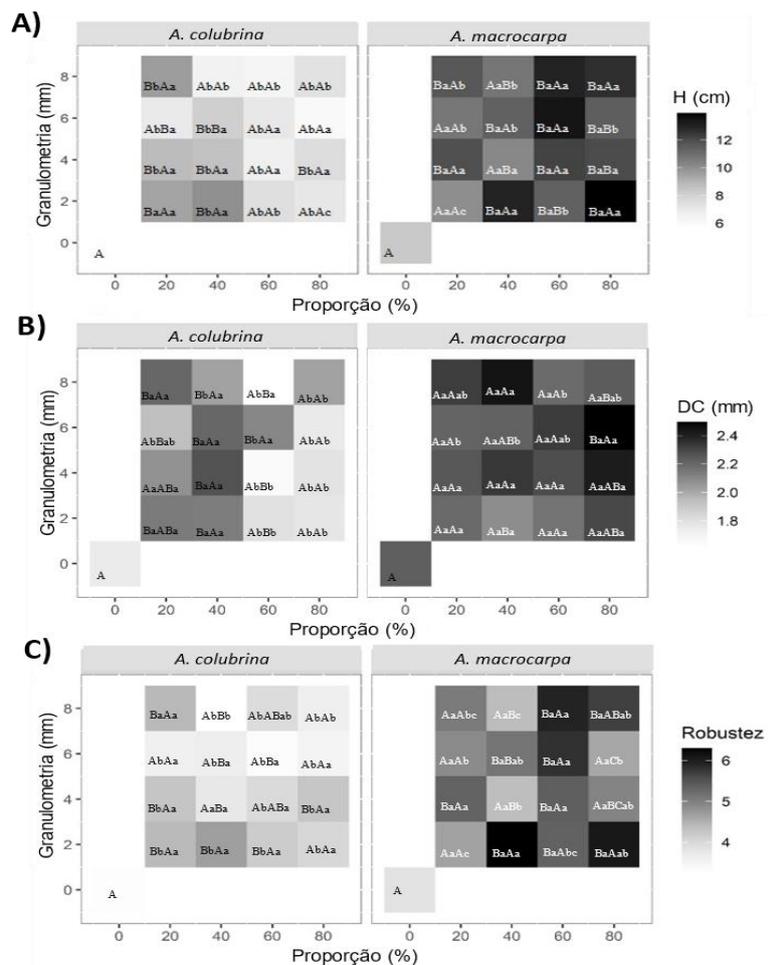


Figura 1. Valores médios da A) Altura (H), B) Diâmetro do Coleto (DC) e C) Relação H/DC (robustez) de mudas de *A. colubrina* (angico-branco) e *A. macrocarpa* (angico-vermelho) em diferentes proporções e granulometrias de moinha de carvão no substrato. Primeira letra maiúscula compara os tratamentos com o controle pelo teste de Dunnett a 95% de probabilidade, segunda letra maiúscula compara granulometrias; primeira letra minúscula compara espécies, segunda letra minúscula compara as concentrações, estas últimas pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade

Pela Figura 1, analisando a altura (H), diâmetro do coleto (DC) e robutez, observa-se a diferença entre as espécies, e entre os tratamentos em relação ao controle. É interessante destacar que o tratamento controle apresentou pior desenvolvimento em relação aos demais tratamentos, indicando que a adição da moinha de carvão vegetal proporcionou melhor desenvolvimento das mudas.

As mudas de *Anadenanthera colubrina* apresentaram crescimento mais lento em relação as mudas de *Anadenanthera macrocarpa*. Analisando a altura (H), observa-se que a espécie *Anadenanthera macrocarpa* se sobressaiu nas proporções de 60% e 80% associados às maiores granulometrias da moinha de carvão. Enquanto, a *Anadenanthera colubrina* alcançou melhor altura nas proporções de 20% e 40% associado, principalmente, as granulometrias 2 mm e 4 mm.

Na análise estatística dos dados relativos ao diâmetro do coleto (DC), as espécies diferiram estatisticamente. Neste parâmetro, observa-se para o *Anadenanthera colubrina* efeitos positivos das proporções 20 e 40% associados às granulometrias entre 2 a 8 mm. Para a *Anadenanthera macrocarpa* notou-se a superioridade das maiores proporções associadas as granulometrias entre 2 a 8 mm.

Analisando o Quociente de Robustez (H/DC), nota-se que a espécie angico- branco se sobressaiu utilizando a proporção 40% associada a granulometria 2 mm. Para o angico-vermelho, nota-se a superioridade dessa relação quando utilizado a proporção de 60% de moinha de carvão associado a granulometria 8 mm e 40% de moinha de carvão e granulometria 2 mm.

De acordo com Ávila et al. (2020), a adição de moinha de carvão ao substrato proporcionou maiores alturas de plantas de *Galphimia brasiliensis* (triális) na proporção de 12,2%, assim como Souchie et al. (2011) encontraram mudas maiores em altura de *Tachigali vulgaris* (carvoeiro) com adição de moinha acima de 50%. Para estes autores, isso decorre da adição de nutrientes disponíveis neste material acrescido ao substrato e aumento na CTC do substrato, fazendo com que haja maior disponibilidade de nutrientes para as mudas.

Souchie et al. (2011) ao avaliar carvão vegetal como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris* (carvoeiro), observaram maior médias para DC na proporção de 50% carvão. As mudas chegaram entre 2,5 a 3 mm de DC. Domingos e Cappelari Júnior (2016) afirmam que a família Fabaceae possui sistema radicular mais profundo e por isso consegue absorver nutrientes mais restritos, além de se adaptar melhor às mais adversas condições ambientais.

De acordo com Gomes e Paiva (2004), quanto menor os valores de quociente de robustez, maior a probabilidade de sucesso na sobrevivência da muda. José et al. (2005) considera que espécies florestais possuem maior sobrevivência a campo, quando apresentam índices de robustez inferior a 10. Estes afirmam que quanto menor o valor, melhor será o equilíbrio entre as partes da planta.

No estudo realizado por Lefebvre et al. (2019), há indícios que altas proporções de carvão pode resultar em menor crescimento e desenvolvimento da muda. Sarauer e Coleman (2018) observaram que proporções entre 25% e 50% de carvão reduziram as taxas de crescimento de altura e DC de abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), provavelmente pelo aumento do pH do solo a níveis prejudiciais ao desenvolvimento das mudas. Todavia, Lefebvre et al. (2019) ressaltam que o efeito de retenção de nutrientes do biocarvão pode ter impacto positivo para projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, reduzindo custos de manutenção e aumentando a chance de sucesso de uma plantação, como foi observado por Sovu et al. (2012).

4. CONCLUSÃO

A produção de mudas de angico é influenciada pelas proporções associada a granulometria de moinha de carvão utilizada. Há tendência de proporções de moinha de carvão entre 20% e 40% influenciarem positivamente o crescimento de *Anadenanthera colubrina*, enquanto as proporções de moinha de carvão entre 40% a 80% e granulometrias de 4 mm a 8 mm indicam a obtenção de melhores resultados com *Anadenanthera macrocarpa*.

Há necessidade de realizar novas repetições com a inclusão de outras espécies florestais e outros parâmetros não considerados no presente trabalho, de tal forma a confirmar o real potencial da utilização da moinha de carvão para a produção de mudas florestais nativas de qualidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, J.; SILVA, A. A., SANTOS CHAGAS, E., TOLEDO, V. R.; LIMA, A. P. L.: LIMA, S. F.; OLIVEIRA, I. C. Moinha de carvão e bioestimulante na formação de mudas de galphimia brasiliensis. Research, **Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1- 15, 2020.

CARVALHO, P. E. R. Angico-Branco. **Embrapa Florestas-Circular Técnica**, n. 56, 10p. 2002.

DOMINGOS, A. H.; CAPELLARI JÚNIOR, L. **Plantas medicinais: patas-de-vaca**. Série Produtor Rural, n. 60, 29p., Piracicaba, 2016.

GOMES, J.M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 116p.

JOSÉ, C. A.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. **Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita**. Cerne, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

LEFEBVRE, D.; ROMÁN-DAÑOBAYTIA, F.; SOETE, J.; CABANILLAS, F.; CORVERA, R.; ASCORRA, C.; FERNANDEZ, L. E.; SILMAN, M. Biochar effects on two tropical tree species and its potential as a tool for reforestation. **Forests**, v. 10, n. 8, p. 678, 2019.

LELES, P. S. S.; LISBOA, A. C.; OLIVEIRA NETO, S. N. O.; GRUGIKI, M. A.; FERREIRA, M. A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 1, p.69-78, 2006.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. Ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008, v.1, 368p.

OGUNTUNDE, P.; FOSU, M.; AJYI, A.; GIESSEN, N. Effects of charcoal production on maize yield, chemical properties and textures of soil. **Biology Fertility Soils**, v. 39, n. 4, p. 295-299, 2004.

SANTOS, M. M.; OZA, E. F.; PAIXÃO, M. V. S.; MATTEDI, M. L.; CHISTÉ, H.; NASCIMENTO, L. **Resíduo de carvão vegetal na produção de mudas de pimenta dedo- de-moça**. Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1, 2018.

SOUCHIE, F. F.; MARIMON JUNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; LENZA, E. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H. C. Lima. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.

SOVU, M. T.; SAVADOGO, P.; ÓDEN, P. C. Facilitation of forest landscape restoration on abandoned swidden fallows in Laos using mixed-species planting and biochar application. **Silva Fenn.**, v. 46, n.1, p. 39-51, 2012.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. **Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira**. **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 657-665, 2014.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DE ESPÉCIES DE PINUS EM AQUIDAUANA-MS

Odair Alves RIBEIRO*¹, Carlos Augusto Morais SOBRAL¹, Adriana de Fátima Gomes GOUVÊA¹, Edilson URBANO¹, Ana Paula CÂMARA¹

¹ UEMS – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. E-mail: odairalvesribeiro35@gmail.com

RESUMO

Pinus ocupa a segunda posição no ranking das espécies mais plantadas no Brasil e contribui significativamente para o setor florestal brasileiro, através da geração de produtos florestais. Estudar as espécies de pinus e conhecer o comportamento tecnológico potencializa a utilização correta desta matéria-prima. O objetivo do trabalho foi caracterizar quatro espécies de pinus, no que tange as propriedades físico-químicas. O material utilizado foi proveniente de uma área experimental de pinus da Unidade Universitária de Aquidauana-MS aos 8 anos de idade. Foram avaliadas quatro espécies de *Pinus* (*oocarpa*, *caribaea*, *maximinoi* e híbrido de *P. elliotti* var. *elliotti* x *P. caribaea* var. *homdurensis*). Para cada espécie foram avaliadas 3 árvores-amostras, com a amostragem na base, meio e topo da altura comercial. O material foi caracterizado em relação a densidade básica e composição química (lignina, carboidratos, extrativos inorgânicos). Para análise dos resultados foi utilizado o teste de Tukey para comparação das médias. O programa utilizado foi o Sisvar 5.6. O híbrido e o *P. oocarpa* apresentou menores valores de densidade básica e mostraram-se com baixo valor de lignina e extrativo e elevado valor de holocelulose. O *P. oocarpa*, *P. caribaea* e *P. maximinoi* apresentaram valores mais elevados de extrativos. Conclui-se que o híbrido apresentou melhor potencial para a indústria de celulose e papel e o *P. oocarpa*, *P. caribaea* e *P. maximinoi* para a indústria de resinagem e madeira.

Palavras-chave: Química elementar, Qualidade da madeira.

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro tem grande importância para a economia, através da geração de produtos para consumo direto ou para exportação, impostos e empregos para a população e, ainda, atuando na conservação e preservação dos recursos naturais. De acordo com os dados do IBÁ (2021), o Brasil apresenta 9,55 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 18% de pinus.

A madeira é um recurso natural renovável, que pode ser utilizada para os mais diversos fins. Porém para fazer o uso de forma correta é necessário conhecê-la, bem como suas propriedades e características, conseguindo assim fazer o melhor aproveitamento deste importante recurso (SILVA et al., 2005). Conhecer a estrutura química da madeira é de suma importância no que diz respeito à sua qualificação para atender a grande variedade de usos, evitando-se emprego inadequado e desperdício deste importante recurso (PAULA, 2003).

Entretanto Prata et al., (2012) diz que o desconhecimento das propriedades da madeira das espécies de *Pinus* tropicais torna-se um impasse para a o crescimento das áreas de plantio no Brasil, sendo assim este fato faz com que aumente a necessidade de estudos de caracterização das propriedades tecnológicas das madeiras deste gênero (PRATA et al., 2012).

A densidade é uma característica quantitativa, e como tal, varia com o ambiente e com o genótipo. É uma propriedade importante para caracterizar madeiras para os mais diversos fins, pois é de fácil determinação, baixo custo e se correlaciona com as características físicas e mecânicas da

madeira (EMBRAPA, 2014). O objetivo deste trabalho foi a avaliação tecnológica de quatro espécies de pinus, com caracterização da densidade básica da madeira e constituintes químicos, obtendo dados que possam contribuir para melhor aproveitamento deste recurso no setor florestal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Quatro espécies de *Pinus* (*Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea*, *Pinus maximinoi* e híbrido de *P. elliotti* var. *elliotti* x *P. caribaea* var. *hondurensis*) aos 8 anos de idade foram utilizadas para caracterização físico-química da madeira. A condução em regime de alto fuste foi em um talhão de aproximadamente 2500m² na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade de Aquidauana. Foram coletadas três árvores por espécie, totalizando 12 árvores. Todas árvores foram amostradas em 3 posições: um disco da base, meio e topo da altura comercial.

Para realização da análise química foi utilizado o moinho tipo Willey para transformação das lascas de madeira em serragem e classificação das amostras em peneiras de 40/60 mesh, conforme a Norma T 257 (TAPPI, 1992). O teor de extrativos totais foram obtidos de acordo com a norma padronizada pela TAPPI T 204 (TAPPI, 1997). O teor de lignina insolúvel foi obtido de acordo com GOMIDE & DEMUNER (1986) e a lignina solúvel em ácido conforme GOLDSCHIMID (1971).

O teor de inorgânicos foi determinado pela norma T 211 om – 93 (1994). Os teores de carboidratos foram obtidos por diferença entre o teor de inorgânicos, lignina e extrativos.

As análises foram realizadas na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), no Laboratório de Propriedades e Identificação da Madeira (LAPIM) e na Universidade Federal de Viçosa, no Laboratório de Celulose e Papel (LCP). Os resultados foram avaliados a partir de um sistema de delineamento inteiramente casualizado. Foi utilizado o teste de Tukey para comparação das médias. O programa utilizado foi o Sisvar 5.6.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica variou de 0,332 g.cm⁻³ a 0,438 g.cm⁻³ para as espécies avaliadas (Figura 1). O *Pinus caribaea* apresentou a maior densidade básica entre as espécies. O menor valor de densidade básica foi encontrado para o *P. oocarpa* e o híbrido. Almeida et al. (2014) avaliando densidade básica do mesmo híbrido e com a mesma idade deste estudo também encontrou baixa densidade básica 0,320 g.cm⁻³. Neto et al.(2008) ,estudando a densidade básica de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* encontrou valor de 0,480 g.cm⁻³. Porém o autor avaliou espécies de pinus aos 10 anos de idade, superior ao presente estudo.

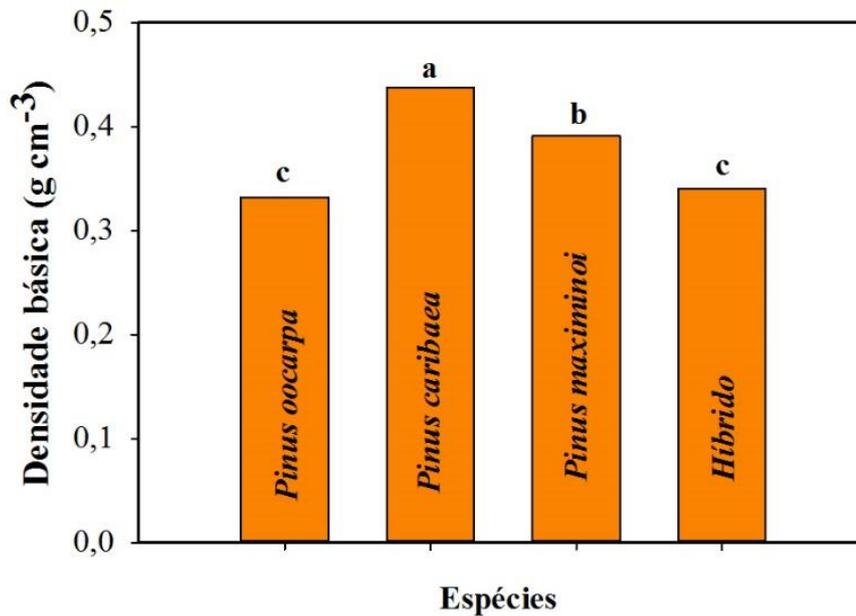


Figura 1. Dados de densidade básica para quatro espécies de *Pinus* cultivados em Aquidauana – MS. As letras correspondem ao teste de Tukey. O híbrido é de *P. elliotti* var. *elliotti* x *P. caribaea* var. *homdurensis*

Na tabela 1 encontram-se os valores da análise química elementar para as espécies de pinus avaliadas. Observa-se que os valores da análise elementar diferiram estatisticamente, sendo que o maior valor de carbono, hidrogênio e nitrogênio foi para o *P. oocarpa*, enquanto o maior valor de oxigênio foi para o *P. caribaea* e híbrido.

Vale et al., encontrou valores médios para análise química do *Pinus* híbrido para o C (46,45%), H (6,51%), N (0,16%) e O (46,88). Morais et al., (2005), estudando *Pinus oocarpa* observou-se valores médios da análise química para C (63,44%), H (6,33%) N (0,99%), O (29,24%), observe-se que os valores apresentados pelos autores foram próximos estatisticamente no presente trabalho.

Tabela 1 – Valores médios da análise química elementar das espécies de pinus avaliadas

Espécie	Análise Elementar (%)			
	C	H	N	O
<i>Pinus oocarpa</i>	51,70 a	6,40 a	0,059 a	41,54 c
<i>Pinus caribaea</i>	50,23 c	5,42 c	0,042 b	43,98 a
<i>Pinus maximinoi</i>	51,34 b	5,98 b	0,032 c	42,27 b
Híbrido	50,89 c	5,31 c	0,024 d	43,36 a

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios de caracterização química das espécies avaliadas. Os extrativos totais apresentaram-se em maior proporção para o *P. oocarpa* e *caribaea*. Morais et al. (2015) avaliando *P. oocarpa* aos 8 anos de idade encontrou valor médio de 4,31% em extrativos totais. O *P. Maximinoi* e o híbrido apresentam valores inferiores para a variável extrativos (Tabela 4). Valores inferiores de extrativos são considerados ideais para a produção de polpação kraft e temomecânica (DEVORAK et al., 2000).

Tabela 2 – Valores médios da composição química das espécies de pinus avaliadas,

Espécie	Composição Química (%)			
	Extrativos Totais	Lignina Total	Cinzas	Holoceluloses
<i>Pinus oocarpa</i>	5,17 a	31,80 a	0,25 d	62,79 d
<i>Pinus caribaea</i>	5,37 a	30,82 b	0,33 c	63,49 c
<i>Pinus maximinoi</i>	4,61 b	29,82 c	0,38 b	65,20 b
Híbrido	3,54 c	28,84 d	0,42 a	67,21 a

O valor de lignina total para o *P. oocarpa* foi maior e estatisticamente diferente dos demais. Valor elevado de lignina total dificulta o cozimento kraft e resulta em maior consumo de químico para alcançar um número kappa desejado. Os valores de cinzas foram considerados baixos e estatisticamente diferentes. Os valores de cinzas para as espécies avaliadas variaram de 0,25 a 0,42%. Morais et al. (2015) avaliando *P oocarpa* aos 8 anos de idade encontrou valor de cinza de 1,26%, ou seja, bem mais elevado que os valores encontrados neste estudo. O maior valor de holocelulose foi encontrado para o híbrido (67,21%), que diferiu estatisticamente dos demais.

Barrichello et al; estudando a composição química do *Pinus oocarpa* encontrou valores para lignina foi 26,81%, cinzas 0,223% e holocelulose 74,75%; e para o *Pinus híbrido* a lignina foi de 27,29%, cinzas 0,228% e holocelulose com 74,48%. O *Pinus carebaea* com valores para lignina de (26,42%) ,cinzas 0,278% e holocelulose com 72,75%. Este material comparado as demais espécies possui maior proporção de material desejado pela indústria de polpa celulósica.

4. CONCLUSÃO

O híbrido foi considerado o material com maior potencial para uso na indústria de polpa celulósica, por possuir baixo teor de extrativo e lignina, baixa densidade básica, além do valor mais elevado holocelulose.

Para a indústria de resinação observa-se o *P oocarpa*, *P. caribaea* e *P. maximinoi* com maior potencial, por apresentarem os valores mais elevados de extrativos. Além da possibilidade de seu uso posterior na indústria moveleira.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, N. F.; JUNIOR, G. B.; MENDES, R. F; SURDI, P. G. Produção e Avaliação da Qualidade de Lâminas de Madeira de um Híbrido de *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Floresta e Ambiente**. 21(2):261-268. 2014

BUKSNOWITZ, C.; HACKSPIEL, C.; HOFSTETTER, K.; MÜLLER, U.; GINDL, W.; TEISCHINGER, A.; KONNERTH, J. Knots in trees: strain distribution in a naturally optimised structure. **Wood Science and Technology**, v. 44, p. 389-398, 2010.

DVORACK, W. S.; Kikutip.; Fier I. *Pinus Maximinoi*. In: Conservation and testing of tropical and subtropical forest trehh by tehe CAMCORE Cooperative. College oj Natural Resoucer, NCSU Raleigh, NX: College of Natural Resources, 2000.

EMBRAPA; Cultivos de Pínus. Sistemas de produção EMBRAPA, 2014.

- FOELKEL, C. **Variações das características da madeira e propriedade da celulose sulfato de pinus oocarpa em função da idade do povoamento florestal.** IPEF n.10, p.81-87, 1975.
- GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. **Determinação do teor de lignina em material lenhoso: Método Klason modificado.** Revista O Papel, v. 47, n.8, p.36-38, 1986.
- IBA – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2021.** 93p. 2021.
- JUNIOR, F.G.S. **Utilização múltipla da madeira de Pinus caribaea var. hondurensis para produção de cellulose kraft.** Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.9, n.27, p.56 – 62, agosto.1993.
- NETO, S. **Parâmetro Genéticos da Densidade Básica da Madeira de Pinus caribaea var. hondurensis.** ISSN 1676-918X – Embrapa Cerrados -Planaltina,2008.
- PAULA, J.E. **Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da Amazônia com vistas à produção de energia e papel.** Acta Amazônica, v. 33, n. 2, p. 243-262, 2003.
- TAPPI T-257 om- 92, **Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Sampling and preparing wood for analysis.** Atlanta, 1992.
- TAPPI T 211 om 93. **Ash In Wood, Pulp, Paper And Paperbard: Combustion at 525°C.** Atlanta, 1994.
- TAPPI T 264 cm-97 **Preparation of wood for chemical analysis.** Atlanta: Tappi Press, 1997.
- NETO, S. **Parâmetro Genético da Densidade Básica da Madeira de Pinus caribaea Var. hondurensis.** ISSN 1676-918X – Embrapa Cerrados -Planaltina, 2008.

ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE FLORESTAL POR MEIO DE VARIÁVEIS ESPECTRAIS ORIUNDAS DO SENSOR SENTINEL 2A

Allan Motta COUTO¹, Adriana Soares Luzardo COUTO².

¹ Departamento de Ciências Florestais - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS – allan@uems.br*

² Centro de Educação Profissional Geraldo Garcia – CEPA – driluzardocouto@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estimar a produtividade madeireira de *Khaya ivorensis*, a partir de variáveis espectrais oriundas do satélite Sentinel-2. O plantio florestal de *Khaya ivorensis*, localiza-se no município de Rio Verde Mato Grosso – MS. As parcelas foram distribuídas de forma sistemática em uma área de 122,22 ha, onde o espaçamento entre plantas é de 5x4m. Alocaram-se 85 parcelas, com uma área de 360 m² cada, representando aproximadamente 2,5% da área florestal total. Foi mensurado o volume em madeira com casca por unidade de área, por meio de processo de inventário. Para obtenção de informações de reflectância espectral nas bandas do vermelho, verde, azul e infravermelho próximo e distante foram adquiridas imagens tipo raster provenientes do sensor Sentinel 2A e por meio destas informações foram determinados índices de vegetação (IVs) NDVI, ARVI, RGI e SR. Os dados foram processados por meio de técnica estatística multivariada de PLSr utilizando as variáveis espectrais e IVs como variáveis independentes e o volume por área como variável dependente. Por meio dos dados analisados pode-se concluir que utilizando as variáveis espectrais e IVs é possível estimar a produção de madeira, em volume, por meio da técnica multivariada PLSr. Com apenas três componentes principais foi observado um coeficiente de determinação igual a 0,59.

Palavras-chave: Inventário Florestal, sensoriamento remoto, variável espectral, PLS.

1. INTRODUÇÃO

Khaya ivorensis, comumente conhecida como mogno africano, é uma espécie produtora de madeira de elevado valor de mercado. A madeira desta espécie apresenta densidade básica variando 0,430 a 0,490 g.cm⁻³ em idades de corte, moderada estabilidade dimensional e boa trabalhabilidade, sendo utilizada de forma preferencial para movelaria, laminação, produção de instrumentos musicais, construção naval e arquitetura de interiores (PINHEIRO et al., 2011). Em virtude das características apresentadas e utilizações possíveis madeira é altamente valorizada no mercado internacional, sendo adquirida por indústrias com uma elevada exigência em qualidade e padronização (RIBEIRO et al., 2017).

Empreendimentos silviculturais, principalmente quando produtores de madeira de alto valor de mercado, como mogno africano a exemplo, devem realizar de forma constante e permanente o monitoramento e manejo florestal objetivando sempre aprimorar a qualidade do produto final, auxiliando assim a avaliação econômica de empreendimentos (CORDEIRO et al., 2015). Neste sentido, processos de inventário e mensuração florestal são estratégias ferramentas para conhecimento qualitativo e quantitativo da floresta a ser comercializada. A partir de dados florestais biométricos é possível realizar inferências sobre produção e produtividade em madeira e se esta apresenta qualidade adequada ao objetivo inicialmente proposto.

A mensuração e inventário florestal são processos de elevado custo que exige longos períodos para coleta de dados a campo e processamento de dados. Sua precisão depende diretamente

da experiência do profissional desde a amostragem até a redação de relatório. Assim sendo a utilização de ferramentas e informações que mitiguem algum tipo de imprecisão deve ser aplicada para correta inferência de atributos florestais. Recentemente, sensoriamento remoto e geoprocessamento, têm sido empregados em planejamento de mensuração florestal, objetivando maior precisão e exatidão na estimativa de atributos florestais como volume (MAUYA, et. al., 2019) e biomassa (ASKAR et al, 2018; MACEDO, et al. 2018) a exemplo.

A quantidade e disponibilidade de informações oriundas de sensoriamento remoto com sensores de alta resolução tem crescido na última década. Informações oriundas dos sensores Landsat, ASPER (Advance Spaceborne Thermal Emission and Reflect Radiometer), Sentinel 2A e Sentinel 2B estão disponíveis ao público desde 2008 (WULDER et. al, 2012), 2014, 2015 e 2017, respectivamente. Os sensores Sentinel 2, de forma mais pontual, apresentam resolução espacial, temporal e espectral (TORRES et. al. 2012) que resulta em informações passíveis de utilização nas mais diversas áreas do conhecimento. Com as informações oriundas deste sensor é possível analisar com detalhes a qualidade de qualquer cobertura vegetal por meio de cálculo de índices de vegetação como NDVI, ARVI, etc (OUMAR & MUTANGA 2013; LI et al 2014). Assim por meio de imagens é possível realizar inferências sobre a qualidade fisiológica e quantitativo volumétrico e biométrico do povoamento florestal. Diante do exposto, este estudo tem por objetivo estimar a produtividade madeireira de *Khaya ivorensis*, a partir de assinatura multiespectral possibilitada pelo satélite Sentinel-2.

2. MATERIAL E METODOS

O plantio florestal de *Khaya ivorensis* localiza-se no município de Rio Verde Mato Grosso – MS cujas coordenadas são 19°2'24" Sul, 54°55'55" Oeste com altitude de 320 metros. Segundo a classificação de Koppen, o clima local é caracterizado como Aw com temperatura média do mês mais frio superior a 20°C. Os invernos são secos e os verões chuvosos com pluviosidade média anual de 1636 mm.

O talhão apresenta 122,22ha de área e é composto por indivíduos de mogno africano estão espacialmente arranjados 5x4m na linha e entrelinha respectivamente. O plantio apresenta, visualmente, elevada variabilidade necessitando assim em um maior número e parcelas alocadas. Foram sistematicamente alocadas 85 parcelas de 360m² em toda a extensão do talhão, perfazendo uma representatividade aproximada de 2,5% da área florestal total. A Figura 1 apresenta a localização geográfica da área experimental e parcelas a serem mensuradas.

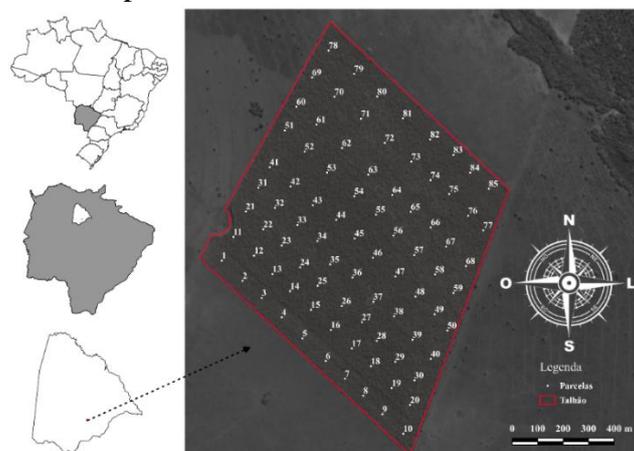


Figura 1. Localização da área e parcelas.

Delimitadas as parcelas iniciou-se o processo de inventário, sendo as árvores mensuradas para estimativa do volume de madeira com casca por unidade de área. Para tal, foram determinados o diâmetro a 1,30m do solo de todos os indivíduos, altura total de 10% e cubagem rigorosa de 5% dos indivíduos. Assim foram ajustadas equações hipsométrica e volumétrica visando a estimativa da altura e volume individual, respectivamente.

Ato seguinte foram adquiridas imagens tipo raster oriundas do sensor Sentinel 2 para obtenção de informações de reflectância espectral nas bandas do vermelho, verde, azul e infravermelho próximo. Com estas informações serão determinados índices de vegetação comumente utilizados para inferência da qualidade de plantios florestais/agronômicas. A Tabela 1 apresenta informações das variáveis espectrais utilizadas no estudo.

Tabela 1. Informações das bandas oriundas do satélite Sentinel-2 e Índices de vegetação (IVs) calculados.

Resolução Espacial	Bandas	IVs	Identificação	Variação / valor central (nm)	Equação
10m	B02	-	Azul	458-526/490	-
	B03	-	Verde	543-578/560	-
	B04	-	Vermelho	650-680/665	-
	NIR	-	Infravermelho próximo	785-900/842	-
	RE1		Infravermelho distante 1	675-735/705	-
	RE2		Infravermelho distante 2	710-770/740	-
	RE3		Infravermelho distante 3	753-813/783	-
	RE4		Infravermelho distante 4	835-895/865	-
	-	ARVI	Atmospherically Resistant Vegetation Index	-	$\frac{(B08 - 2xB04 + B02)}{(B08 + 2xB04 + B02)}$
	-	NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	-	$\frac{(B08 - B04)}{(B08 + B04)}$
	-	RGI	Red-Green Index	-	$\frac{B04}{B03}$
	-	SR	Simple Ratio	-	$\frac{B08}{B04}$

IV: Índices de vegetação.

Foi realizada a estatística descritiva dos dados e análise de interrelações entre as variáveis em estudo por meio de Análise de componentes principais (PCA).

Utilizando aos valores e reflectância das bandas oriundas do satélite Sentinel 2 e IVs (Tabela 1) como variáveis independentes e o volume por unidade de área como variável dependente, foi realizado ajustes por meio da técnica análise de Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (Partial Least Square Regression - PLSr) para calibração de modelo preditivo de volume, em $m^3 \cdot ha^{-1}$. Foram utilizadas 50 parcelas para o processo de calibração e 35 para validação do modelo. Foram ainda avaliadas a precisão dos modelos ajustados por meio da Raiz Quadrada do erro médio da predição

(RMSEP), coeficiente de determinação e normalidade residual. Para todo processamento e produção de imagens foi utilizado software Qgis e a linguagem R com os pacotes pls, raster e ggplot2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva das variáveis dendrométricas, espectrais e índices de vegetação. Nesta é possível observar as medidas de posição e dispersão de todas as variáveis de interesse neste estudo. Observando o coeficiente de variação dos dados percebe-se que há grande variabilidade em toda a área de estudo.

Tabela 2 – Estatística descritiva do volume de madeira com casca, variáveis espectrais e índices de vegetação.

Descritiva	Volume	B02	B04	B03	RE1	RE2	RE3	RE4	NIR	AR VI	ND VI	R GI	SR
Observações	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Mínimo	27,56	171,00	257,00	311,00	613,00	178,00	2146,00	2518,00	2316,00	0,31	0,53	0,83	3,29
Máximo	120,62	373,00	750,00	615,00	1231,00	232,00	3066,00	3490,00	3435,00	0,75	0,86	1,29	13,32
Amplitude	93,06	202,00	493,00	304,00	618,00	540,00	920,00	972,00	1119,00	0,44	0,33	0,46	10,02
Mediana	63,82	258,00	445,00	431,00	828,00	197,00	2453,00	2780,00	2641,00	0,53	0,71	1,05	5,88
Média	64,36	257,27	462,86	437,09	854,47	198,37	2488,53	2822,21	2691,11	0,52	0,71	1,05	6,12
Variância	203,41	152,60	962,34	398,85	1567,84	875,99	3132,33	3805,12	4748,75	0,01	0,00	0,01	2,73
Desvio Padrão	14,26	39,06	98,10	63,15	125,21	93,59	176,98	195,07	217,92	0,09	0,06	0,08	1,65
Coeficiente de variação (%)	22,16	15,18	21,19	14,45	14,65	4,72	7,11	6,91	8,10	16,35	9,07	7,51	26,99

B02: Azul; B03: Verde; B04: Vermelho; NIR: Infra vermelho próximo; RE1: Infra vermelho distante 1; RE2: Infra vermelho distante 2; RE3: Infra vermelho distante 3; RE4: Infra vermelho distante 4. ARVI: Atmospherically Resistant Vegetation Index; NDVI: Normalized Difference Vegetation Index; RGI: Red-Green Index e SR: Simple Ratio;

Observando a Figura 2 (Análise de Componentes Principais) é possível concluir que o volume de madeira com casca está forte e positivamente correlacionada com ARVI, NDVI e SR, negativamente com o RGI, Azul, Verde, vermelho e RE1. Foram ainda observadas correlações menos expressivas entre o volume de madeira com casca e as variáveis espectrais RE2, RE3, RE4 e NIR. Observando a Figura 3 nota-se que apenas a componente principal 1 é responsável por captar 73,4% de toda a variabilidade das variáveis originais. A soma das três primeiras componentes principais resulta em 95,2% de variação original explicada.



Figura 2: Biplot PCA

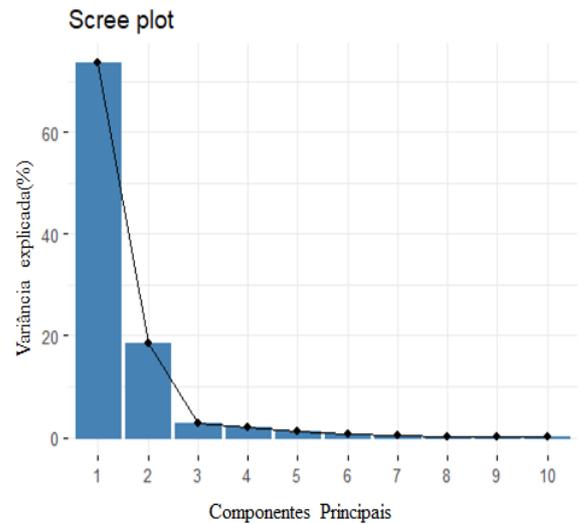


Figura 3: Variância explicada

Realizando a análise de Mínimos quadrados parciais (Partial least square – PLS) foi ajustado um modelo utilizando apenas as três primeiras componentes principais. O modelo resultou em menor raiz quadrada dos erros médios de previsão (RMSEP), sendo este $7,64\text{m}^3/\text{ha}$. A Figura 4 apresenta graficamente os valores de RMSEP para os modelos ajustados em função do número de componentes principais utilizados.

A Figura 5 apresenta os valores de volume de madeira estimado em função do volume de madeira observado. A reta vermelha é a diagonal perfeita, indicando assim elevada reação entre os valores observados e preditos. O coeficiente de determinação entre os valores preditos e observados utilizando o modelo ajustado foi de 0.59, ou seja, 59% da variação do volume de madeira com casca foi explicado pelo modelo ajustado. Os desvios originados pelo modelo apresentaram normalidade e homocedasticidade pelo teste de Shapiro-Wilk e Goldfeld-Quandt, respectivamente a 95% de probabilidade estatística.

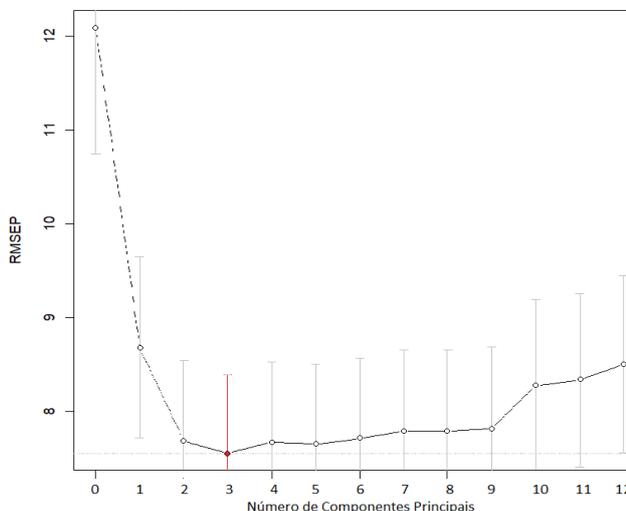


Figura 4: Variância explicada

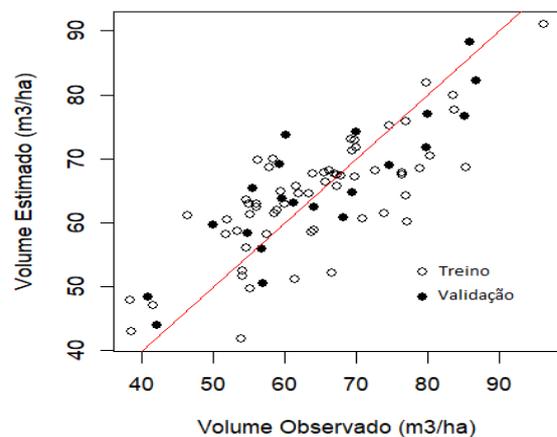


Figura 5: Valores preditos em função dos observados.

4. CONCLUSÃO

Utilizando as variáveis espectrais e IVs é possível estimar a produção de madeira em volume por meio da técnica multivariada PLS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Askar, A., Nuthammachot, N., Phairuang, W., Wicaksono, P., & Sayektiningsih, T. (2018). Estimating aboveground biomass on private forest using Sentinel-2 imagery. *Journal of Sensors*, 2018, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/6745629>.

H. Wickham. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016.

JØRN-HELGE MEVIK, RON WEHRENS AND KRISTIAN HOVDE LILAND (2020). *pls: Partial Least Squares and Principal Component Regression*. R package version 2.7-3. <https://CRAN.R-project.org/package=pls>

LI, P., JIANG, L., & FENG, Z. (2014). Cross-comparison of vegetation indices derived from Landsat-7 enhanced thematic mapper plus (ETM+) and Landsat-8 operational land imager (OLI) sensors. *Remote Sensing*, 6, 310–329. <https://doi.org/10.3390/rs6010310>.

MACEDO, F. L., SOUSA, A. M. O., GONÇALVES, A. C., SILVA, H. R., RODRIGUES, R. A. F. Biomass allometric function with satellite images of high spatial resolution. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 960-969, jul.- set., 2018. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833368>

MAUYA, E. W., KOSKINEN, J., TEGEL, K., HÄMÄLÄINEN, J., KAURANNE, T., KÄYHKÖ, N. Modelling and Predicting the Growing Stock Volume in Small-Scale Plantation Forests of Tanzania Using Multi-Sensor Image Synergy, *Forests*, 2019, 10, 279; doi:10.3390/f10030279.

OUMAR, Z., & MUTANGA, O. (2013). Using WorldView-2 bands and indices to predict bronze bug (*Thaumastocoris peregrinus*) damage in plantation forests. *International Journal of Remote Sensing*, 34(6), 2236–2249. <https://doi.org/10.1080/01431161.2012.743694>.

PINHEIRO, A. L., COUTO, L., PINHEIRO, D., T., BRUNETTA, J., M., F., C. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilizações dos mognos-africanos (*Khaya* spp.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura; 2011.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil. *Floresta e Ambiente*, v.24, e00076814, p.1-11, 2017.

ROBERT J. HIJMANS (2020). *raster: Geographic Data Analysis and Modeling*. R package version 3.4-5. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>

TORRES, R.; SNOEIJ, P.; GEUDTNER, D.; BIBBY, D.; DAVIDSON, M.; ATTEMA, E.; POTIN, P.; ROMMEN, B.; FLOURY, N.; BROWN, M. Gmes sentinel-1 mission. *Remote Sens. Environ.* **2012**, *120*, 9–24.

WULDER, M.A.; MASEK, J.G.; COHEN, W.B.; LOVELAND, T.R.; WOODCOCK, C.E. Opening the archive: How free data has enabled the science and monitoring promise of landsat. *Remote Sens. Environ.* **2012**, *122*, 2–10.

DETERMINAÇÃO DO PESO DE CARBONO EM DIFERENTE ESPÉCIES DE PINUS NA REGIÃO DE AQUIDAUANA/MS

Isabeli Moraes de OLIVEIRA *¹, Edilson URBANO ²

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEMS – Aquidauana, Brasil. E-mail: isabelimoraes04@gmail.com

²Doscente do curso de Engenharia Florestal da UEMS - Aquidauana, Brasil.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar o peso do carbono fixado pelas espécies de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea*, *P. maximinoi* e do Híbrido de *P. elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *Hondurensis* implantados em um experimento localizado na Fazenda da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul em Aquidauana, MS em 2013. Três árvores de cada espécie foram abatidas, amostras de tronco, galhos e acículas delas foram coletadas, levadas ao laboratório colocadas na estufa para obtenção do percentual de biomassa em cada componente; após esse procedimento foi calculado o peso do carbono por componente e para cada espécie. Os pesos de carbono foram obtidos por simples multiplicação do percentual de carbono sobre o peso seco dos componentes. A análise de variância mostrou que não há diferença entre tratamentos ($p > 0,05$).

Palavras-chaves: Manejo, Plantio florestal, Biomassa.

1. INTRODUÇÃO

Espécies do gênero *Pinus* foram introduzidas no Brasil, no século XIX, trazidas pelos imigrantes europeus, com finalidade ornamental. Elas pertencem à família das pináceas e possuem aproximadamente 100 espécies nativas de regiões temperadas e tropicais do mundo (KLOCK, 2000).

A produção vinda das florestas de *Pinus*, que é destinada para atender às necessidades de consumo humano, contribui de forma significativa para diminuir a pressão sobre as espécies nativas, ajudando na sua preservação e com o equilíbrio do clima. E o mais importante em tempos de aquecimento global: com seu rápido crescimento, absorve CO₂ da atmosfera em taxas expressivas.

A biomassa florestal é um parâmetro imprescindível para compreender a produção primária de um ecossistema e avaliar o potencial de uma floresta para a produção de energia. Considerando-se que aproximadamente 50% da madeira seca é carbono (C), a biomassa florestal é um elemento importante no entendimento dos processos envolvidos nas mudanças climáticas globais. O estoque de C é utilizado na estimativa da quantidade de CO₂ que é liberada para a atmosfera durante o processo de queima da biomassa (SFB, 2010).

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi determinar o peso do carbono fixado pelas espécies de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea*, *P. maximinoi* e do Híbrido de *P. elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *Hondurensis* implantados em um experimento localizado na Fazenda da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul em Aquidauana, MS em 2013.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade de Aquidauana. Na área de estudo, foram abatidas 3 árvores de cada espécie de *Pinus* (*oocarpa*, *caribaea*, *maximinoi*, Híbrido), totalizando 12 árvores abatidas.

De todas as árvores cortadas, foram medidas as seguintes variáveis: CAP, altura total, altura comercial, comprimento de copa, largura de copa e espessura da casca. Foi determinado *in locu* o peso verde da madeira do fuste, das folhas e dos galhos.

Depois de pesado cada componente da árvore - fuste, casca, galhos e folhas - foram retiradas amostras de aproximadamente 300 gramas de cada componente. Para a amostra de madeira do fuste foram retirados três discos de aproximadamente 5,0 cm de espessura. O primeiro a 0,5 m de altura acima do corte da árvore, o segundo na metade da árvore e o terceiro a um metro do final do fuste. Para a amostra de casca foram utilizados os mesmos discos da amostra de madeira do fuste. Em cada disco amostrado foi separada a casca. As amostras de galhos e folhas foram compostas de porções retiradas na parte superior, intermediária e inferior da copa.

A amostra de cada componente foi acondicionada em sacos de papel pardo, devidamente identificados para posteriormente serem levadas ao laboratório. No laboratório, as amostras foram colocadas em estufa, para secagem à temperatura de 60°C até atingirem peso seco constante. Com a diferença entre o peso verde e o peso seco dessas amostras, foram determinados os teores de umidade dos componentes de cada árvore.

Os pesos secos da biomassa de cada componente de cada árvore foram obtidos pela aplicação do teor de umidade sobre o peso verde determinado em campo. O peso seco total da árvore foi obtido somando os pesos de todos os componentes.

Das amostras de cada componente de cada árvore, depois de determinado o teor de umidade, foi feita uma subamostra e esta foi moída no moinho de facas do Laboratório de Tecnologia da Madeira da UEMS/UUA. Esta amostra seria usada para determinação do teor de carbono, porém, devido à pandemia, não houve tempo hábil para esse procedimento. Desta forma, pesquisou-se na literatura florestal os teores médios de carbono observados para as espécies aqui analisadas.

Aplicando na biomassa seca o teor de carbono de cada componente de cada árvore, foi calculado o peso de carbono por componente de cada árvore para cada espécie analisada, ou seja, biomassa seca x porcentagem de carbono.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos pesos de carbono das 12 árvores de pinus coletadas, das espécies *P. caribaea*, *P. maximinoi*, Híbrido e *P. oocarpa*, separadas em 4 compartimentos, sendo eles fuste, galhos, folhas e casca, estão apresentados na tabela 1. Os resultados da tabela foram obtidos através de simples consideração, valor da biomassa seca x teor de carbono.

Observa-se que na média as variações foram de 8,47 a 13,64 Kg, sendo a maior média do *P. oocarpa*, o que pode ser explicado pelas características inerentes da espécie. Ao observar cada compartimento, temos que os pesos de carbono variaram pouco de um indivíduo para outro, podemos observar que o compartimento fuste representa maior estoque de carbono, as folhas e galhos tiveram valores próximos para cada indivíduo, a casca em alguns deles apresentou valor maior que nas folhas e galhos, mas na maioria, teve menor fixação de carbono.

Tabela 1 - Peso de carbono de indivíduos de cada espécie por compartimentos e médias de cada espécie (Kg).

Espécies	Fuste	Galhos	Folhas	Casca	Total	Média
<i>P. caribaea</i>	14,26	4,14	4,14	2,9	25,44	13,5
	5,98	1,8	1,68	2,23	11,69	
	1,59	0,3	0,91	0,58	3,38	
<i>P. oocarpa</i>	15,57	3,48	4,62	3,79	27,46	13,64
	6,15	1,08	2,03	2,08	11,33	
	0,92	0,37	0,28	0,57	2,14	
<i>P. maximinoi</i>	13,14	2,94	1,36	1,94	19,38	9,59
	2,56	0,71	0,62	0,45	4,34	
	3,1	0,72	0,66	0,58	5,06	
Híbrido	11,28	2,92	1,38	1,68	17,26	8,47
	0,61	0,39	0,28	0,33	1,61	
	3,78	0,79	1,15	0,83	6,55	

Tabela 2 - Análise de variância (ANAVA).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calculado}	F _{tabelado}
Tratamentos	3	63,7458	21,2486	0,200277 ^{ns}	4,07
Resíduo	8	848,770067	106,096258		
Total	11	912,515867			

Conforme observado na Tabela 2, a análise de variância mostrou que não há diferença estatística entre as espécies testadas, apresentando $F_{calculado} = 0,200277$ e $F_{tabelado} = 4,07$, para 5 % de probabilidade, indicando assim, que não existem diferenças significativas.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos por meio da análise de variância, concluímos que não há diferenças significativas entre as espécies instaladas na região de Aquidauana/MS, contudo, a espécie que teve um resultado mais expressivo no estoque de carbono é o *Pinus oocarpa*, ele possui a maior média do peso de carbono e o compartimento que mais estoca é o fuste da mesma, as espécies estão plantadas no mesmo local, por conta desse fato, esse destaque do *Pinus oocarpa* pode ocorrer em função das características inerentes da espécie.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H.E. Moore**. Curitiba. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal. 2000. 291p.

SFB. **Florestas do Brasil em Resumo – 2010: Dados de 2005-2010**. Serviço Florestal Brasileiro – Brasília: SFB, 152p. 2010.

AJUSTE DE FUNÇÕES DE AFILAMENTO PARA CLONES DE EUCALIPTO GRANCAM EM PLANTIOS ADENSADOS EM AQUIDAUANA-MS

**Adam de Carvalho Martim*¹, Milena de Oliveira Silva¹, Geovane de Oliveira Aguilheira¹,
Milleny Barbosa Neves¹, Guilherme Silverio Aquino de Souza².**

¹ Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Aquidauana (UAA). E-mail: martin.carvalho@gmail.com

² Docente dos cursos de Engenharia Florestal e Agronomia da UEMS-UAA.

RESUMO

Devido ao crescimento da área e estudos sobre produção florestal abrangendo a relevância, pois vem sendo de grande importância sobre o uso da floresta maximizando renda e a exploração dos multiprodutos. Os iniciais dados anotados e utilizados no trabalho, foram de um plantio de eucalipto com diferentes clone sendo Urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) e Grancam (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*), feito sobre arranjo espacial de (3x3 e 3x1,8x9 m) localizados na unidade de Aquidauana-MS. O existente projeto que está em estudo, tem referência a comparação da precisão de diferentes modelos de afilamento do fuste existentes na literatura, onde é abordado o desempenho desses modelos principalmente sobre a cultura do eucalipto, como os conhecidos modelos de Garay, Max, Burkhart. Assim como o crescimento dos multiprodutos advindos da exploração de plantios florestais, o sortimento da madeira é essencial para a indústria, sendo este realizado por pesquisas relacionadas com o desenvolvimento de funções de afilamento.

Palavras-chaves: afilamento; volume de Madeira; modelos não-segmentados.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as funções de afilamento começaram a ser difundidas na década de 70, em sua grande maioria aplicados a florestas equianes puras com *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. (CAMPOS; RIBEIRO, 1982; GUIMARÃES; LEITE, 1992; SCHENEIDER et al., 1996). O mais recente informativo da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, aponta que o Brasil, no ano de 2012, apresentou uma área de total de cerca de 6,7 milhões de hectares de floresta plantada. Maior parte desse total, 76,6%, compreendem florestas comerciais de eucalipto que estão concentradas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (ABRAF, 2013).

O afilamento do fuste de árvores pode ser conceituado como a taxa de decréscimo do diâmetro ao longo do fuste das árvores. Esse “afinamento” da base da árvore até o seu topo pode ser descrito através de equações matemáticas que estimam valores de diâmetro em função da altura da árvore e até mesmo de seu porte (DAP e HT) (CAMPO; LEITE, 2017). De uma mesma equação de afilamento consegue-se isolar outras variáveis como altura total ou altura estimada de um dado diâmetro. Estimar altura ao longo do fuste possibilita o cálculo de volume de porções da árvore sem mesmo ter que derrubá-la. Assim, as equações de afilamento evidenciam um enorme potencial para o trabalho de seccionamento de toras em diferentes alturas, isto é, no manejo e produção de multiprodutos da madeira.

Muitos estudos mostram um grande número de fatores que podem influenciar o formato dos troncos das árvores, tais como: espécie, sítio, idade, aspectos genéticos, ecossistema, sistema silvicultural aplicado, competição entre plantas e interação entre essas variáveis. (CHICHORRO, 2000; MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2009; NOGUEIRA, 2008; CAMPOS; LEITE 2013; HUSCH et al., 1982). Husch et al. (1982) evidenciam que ocorre variação também ao longo do fuste por diferentes formatos geométricos, podendo apresentar-se como cilindro, cone, parabolóide e neiloide.

Segundo Chichorro (2000), atualmente existem diversos modelos ou funções *taper* que são utilizadas para descrever a forma do tronco. Comumente separam-se entre modelos simples, segmentados, expoente forma, machine learning. Os modelos simples podem ainda ser classificados como: polinomiais, sigmóides, compatíveis (PEREIRA et al., 2005; LIMA, 1986; CAMPOS; LEITE, 2013). O objetivo do presente estudo foi analisar e definir o melhor modelo de afilamento de fuste (*taper*) para plantios de eucalipto, apresentando as configurações aplicadas para que se obtenha maior precisão e maximização de sortimento de madeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo está em desenvolvimento em um talhão (1,7 hectares) de eucalipto com dois diferentes clones Urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) e Grancam (*Eucalyptus grandis*) com 8 anos de idade, implantado sob dois arranjos espaciais (3x3 e 3x1,8x9 m) localizados na Unidade Universitária de Aquidauana-UUA. Sobre a atual localização onde se encontra as coordenadas geográficas 20°26'00" Sul e 55°40'08" Oeste, a 186 m de altitude. Com o estudo sendo avançado para a efetivação sobre cubagem e mensuração, a ser empregado e avaliados em modelos Kozak (1969), Biging (1984), Garay (1979), Prodam (1965) e Demaerschalk (1972). Como descritos os modelos, em breve introdução, afilamento de fuste é utilizado para expressar estudos baseados em equações onde se tem por decréscimo do diâmetro ao longo do fuste, sendo conhecido como nome Taper. Variados modelos tem sido proposto e descrito para tal forma de variações para o melhor modelo a ser utilizado em seu melhor perfil. Com variadas funções do Taper em suas propostas tem-se variados resultados em boas estimativas em perfil, consideravelmente não ocorre estimativa do volume devido á ocorrência de viés onde sua posição do fuste com seu porte em si.

- a) Modelo de Kozak (1969)

$$\hat{d} = dap[\beta_0 + \beta_1 Z + \beta_2 Z^2]$$

- b) Modelo de Biging (1984):

$$\hat{d} = dap \cdot \beta_0 [1 + \beta_1 \ln(1 - \beta_2 h^{\beta_3} H^{-\beta_3})]$$

- c) Modelo de Garay (1979):

$$\hat{d} = dap \cdot \beta_0 [1 + \beta_1 \ln(1 - \beta_2 h^{\beta_3} H^{-\beta_3})]$$

- f) Modelo polinomial de 5ª ordem – Prodam (1965)

$$\hat{d} = dap \cdot [\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 Z^2 + \beta_3 Z^3 + \beta_4 Z^4 + \beta_5 Z^5]$$

e) Modelo de Demaerschalk (1972):

$$\hat{d} = 10^{\beta_0} dap^{\beta_1} H^{2\beta_2} (H - h_i)^{2\beta_3}$$

Na classificação do desempenho dos ajustes, os modelos mais acurados serão aqueles que apresentarem os valores do coeficiente de correlação dos dados reais e estimados (R) mais próximos a 1, e os menores valores de SEE (desvio padrão) e bias (KOZAK, 2004; NUNES & GÖRGENS;2016).

Inicialmente, foram efetuadas as pesquisas que serviram como base para o referente estudo, sendo essas referências bibliográficas altamente consolidadas. Seguindo para a próxima etapa, obteve-se dias específicos para retirada dos dados a campo onde se encontra a população florestal avaliada neste estudo. As coletas foram efetuadas com os autores deste trabalho, e seguindo o conhecimento do orientador Prof.Dr. Guilherme, distribuindo em etapas onde optava-se pela escolha de árvores aleatorias de cada tratamento, sendo obtida as informações de de altura total, distância do aparelho até a árvore, circunferência à altura do peito (CAP) e a coleta de diâmetros a 0,0 m; 0,5 m; 1,0 m; 1,5 m; 2,0 m; 4,0 m; 6,0 m; 8,0 m; 10,0 m; 12,0 m; 14,0 m; 16,0 m; 18,0 m e assim sucessivamente. Utilizando os dados obtidos em campo, obtivesse parte do script R utilizado no trabalho, sendo esses dados obtidosb a medida que as amostras ou mensurações foram executadas. As seções desenvolvidas em ambiente R foram: importação de dados, manipulação inicial de dados, visualização de tabelas e gráficos de descrição, modelagem dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo Garay foi o modelo que apresentou as melhores estatísticas de ajuste em relação aos modelos testados. Já os modelos de Kozak(1969) e Demaerschalk apresentaram os piores desempenhos. Kozak (1969) é o modelo mais simples testado, com uma função do 2º grau, não possui muita flexibilidade para modelar as várias deformações, principalmente da base. As demais funções apresentaram desempenho intermediário (Tabela 1).

Tabela 1 – Estatísticas de ajuste do diâmetro (cm) estimado a partir das funções de afilamento testadas para clone de Eucalipto Grancam em Aquidauana – MS

Modelos	Estatísticas de Ajuste		
	R ^{ŶY}	SEE	Bias (cm)
Kozak (1969)	0,977	1,704	1,698
Biging (1984)	0,987	1,270	1,268
Garay (1979)	0,988	1,252	1,245
Prodan (1965)	0,988	1,273	1,261

Demaerschalk (1972)

0,979

1,661

1,652

De acordo com os desempenhos dos modelos ao longo das diferentes alturas, confirmou-se o melhor desempenho do modelo Garay (Figura 2).

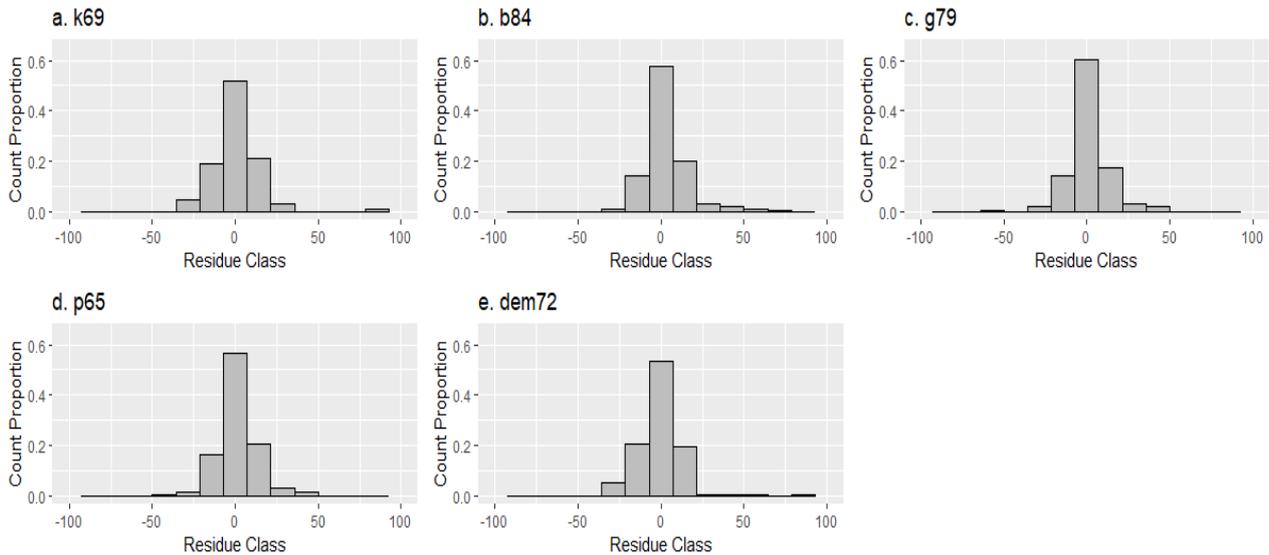


Figura 1 – Histograma do erro percentual do diâmetro estimado pelos 5 modelos testados para árvores de eucalipto clone de Eucalipto Grancam em Aquidauana – MS.

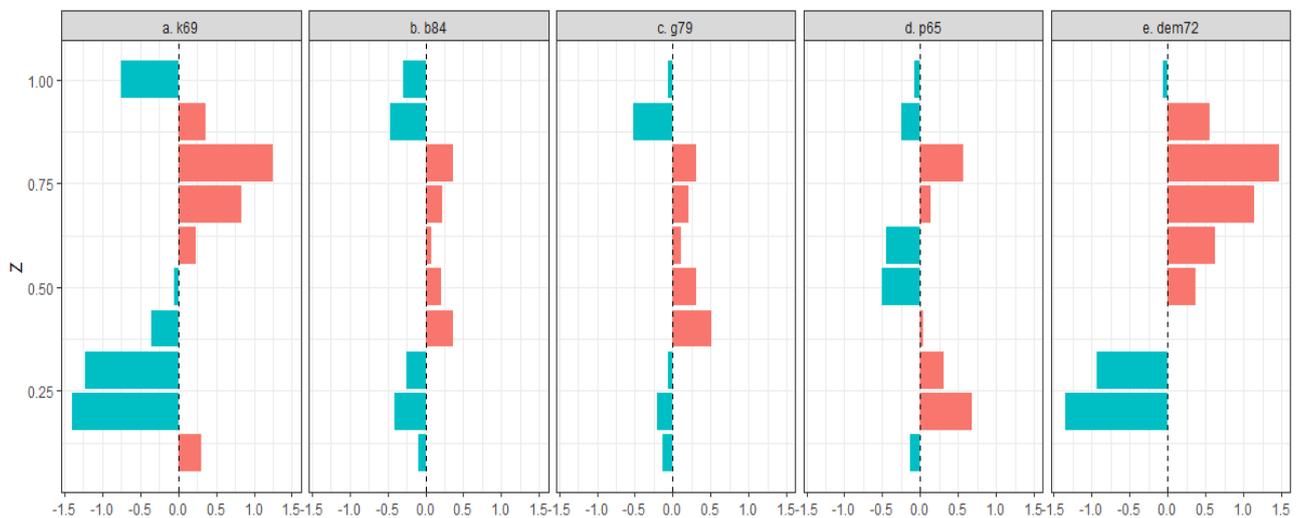


Figura 2 – Erro médio (bias) dos diâmetros estimado para cada classe de altura das árvores de eucalipto pelos 5 modelos de ajuste de afilamento.

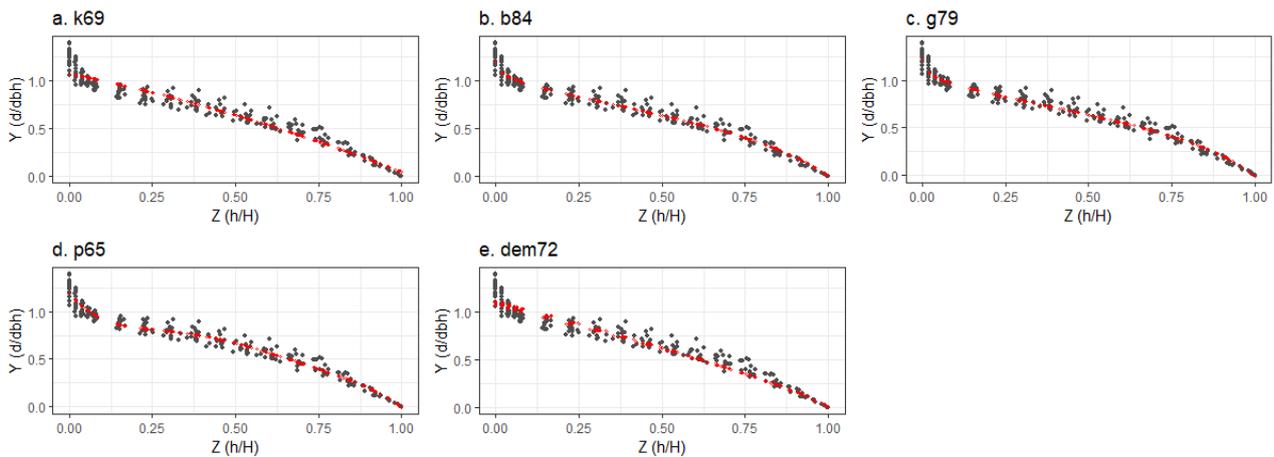


Figura 3 – Gráfico de dispersão de pontos dos diâmetros relativos reais (preto) e estimados estimado (vermelho) pelos 5 modelos testados para árvores de Eucalipto.

4. CONCLUSÃO

O modelo Garay foi o modelo mais flexível do estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, C. A M et al. Avaliação de modelos de afilamento segmentados na estimação da altura e volume comercial de fustes de *Eucalyptus* sp. **Revista Árvore**, v. 32, p. 453-463, 2008.

AGRADECIMENTOS

- PIBIC

- PIBIC UEMS/CNPQ

-Professores: Doutores Edilson Urbano e Filipe Cacau da UEMS-UUA pela disponibilização da área de estudo para as mensurações usadas no atual trabalho.

A PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR PODE AFETAR AS PROPRIEDADES DA MADEIRA DA ÁRVORE?

Ana Paula CÂMARA¹, Jean Carlos Lopes de OLIVEIRA²

¹ UEMS – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. E-mail: apcamara01@gmail.com

²Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, progressos no entendimento da dinâmica de partes aéreas de árvores em resposta ao déficit hídrico, têm acontecido de forma mais fluente que os processos ocorrentes abaixo do solo. Apesar disso, respostas em ajustes de biomassa, alterações anatômicas e aclimações fisiológicas são verificadas no que tange ao desempenho radicular frente à disponibilidade de água (SCHULDT et al., 2013; PINHEIRO et al., 2016)

Estudos fisiológicos e anatômicos demonstraram que, dentro de uma espécie, o xilema da raiz tem vasos mais largos que o xilema do caule (JACKSON; SPERRY; DAWSON, 2000; McELRONE et al., 2004), porém, não somente relacionada com a posição, as propriedades do xilema podem variar com o diâmetro e o tipo funcional da raiz. Desse modo, estabelecer uma relação entre as respostas das raízes e as propriedades da madeira com o déficit hídrico ainda é um desafio, uma vez que, existem questões não respondidas sobre as características estruturais e funcionais de todo o caminho de fluxo de água das árvores.

No intuito de esclarecer sobre o efeito da profundidade do sistema radicular nas propriedades da madeira da árvore, com influência de diferentes materiais genéticos de eucalipto e crescimento sob restrição hídrica, foi compilado essa revisão de literatura.

2. COMPORTAMENTO E ESTRATÉGIAS DAS RAÍZES EM FUNÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A sobrevivência e o desenvolvimento de plantas em situação de déficit hídrico que perduram longos períodos, dependem da emissão, distribuição e densidade das raízes nos perfis do solo. Essas características são provindas do vegetal e do ambiente, respectivamente representados por hereditariedade e fatores edafoclimáticos. Estima-se que 20-40% da biomassa das espécies arbóreas seja correspondente às raízes (JACKSON; SPERRY; DAWSON, 2000). Divididas em três classes diamétricas: raízes grossas, finas e ultrafinas, com diâmetro superior a 2, inferiores a 2 e a 0,5 mm, respectivamente, são indicadoras de eficiência em absorção de água e amplitude. As raízes grossas têm como principal função a sustentação e ancoragem da parte aérea ao solo, além de serem vias físicas de transporte de água em camadas mais profundas (BRUNNER et al., 2015). As raízes finas e ultrafinas são vias de absorção de água e nutrientes tendo como diferenças das raízes grossas a biomassa, o ciclo de vida, o comprimento, a relação carbono-nitrogênio (C/N) e porcentagem de lignina (JACKSON; MOONEY; SCHULZE, 2000; BRUNNER et al., 2015).

A reação do sistema raiz às mudanças ambientais é rápida e eficiente. Desta forma, uma variedade de estratégias é adotada pelas raízes das árvores em resposta à condição de seca, a citar: ajuste de biomassa, concentração de açúcares e amido, rotatividade e alterações anatômicas (BRUNNER et al., 2015), sendo a ocorrência determinada pela intensidade do déficit hídrico.

A biomassa é uma das variáveis mais quantificadas e abordadas nos estudos de raiz. Em geral, sob condição de déficit hídrico, a biomassa de raiz é superior à parte aérea (GALVEZ; LANDHÄUSSER; TYREE, 2011). Esse ajuste acontece pela realocação de carbono nas estruturas inferiores para aprofundar o sistema radicular em busca de água.

Os traços anatômicos e funcionais apresentam dependência do diâmetro da raiz e, portanto, idade da mesma, mas sem relação significativa com a profundidade do solo, conforme abordado por Kirfel et al. (2017). Um dos fatores abordados que pode favorecer a alteração anatômica do xilema é o comprimento do caminho entre as raízes e o caule. Os poucos estudos existentes sobre o dimensionamento de vasos nas raízes, indicam que o sistema radicular é muito mais sensível a fatores externos, como disponibilidade de água, que o caule.

Assim, as mudanças adaptativas das plantas ao ambiente são eficientes tanto na rotatividade de raízes quanto no aumento de sua área de alcance no solo, cujo aumento da demanda de água na parte aérea e a disponibilidade de água no solo, influenciam a anatomia das raízes.

2.1 Raízes em Ambiente Seco

O eucalipto possui um sistema radicular dimórfico, composto por raízes laterais amplamente espalhadas no solo e uma raiz vertical profunda em árvores jovens, e múltiplas em árvores adultas (KNIGHT, 1999). Oportunistas em busca de água e nutrientes, as raízes se desenvolvem ao longo de gradientes de umidade, em distâncias significativas.

Sob condição de déficit hídrico, ocorrem alterações nas estruturas anatômicas radiculares e de biomassa, como demonstra o estudo realizado por Olmo et al. (2014) em espécies arbóreas e arbustos. A menor produção de biomassa de raízes finas (diâmetro <2 mm) foi verificada em consequência da redução das taxas metabólicas, enquanto em raízes ultrafinas (diâmetro <0,5 mm) o efeito foi inverso. Mello et al. (1998) descobriram que em invernos, *E. grandis* x *E. urophylla* aos 4,5 anos, distribuíram 70% de raízes finas nas camadas superficiais do solo (até 30 cm de profundidade), enquanto em verões secos, a densidade radicular fina encontrada nas camadas superficiais do solo foi de 30%, inferindo uma distribuição radicular mais homogênea no perfil.

Essa distribuição de raízes finas em perfis de solo, embora diminua com a profundidade, constitui importante estratégia de absorção, principalmente em ambientes onde a disponibilidade de água é mais escassa. O crescimento de raízes finas em profundidades, demonstra também a ausência de obstáculos físicos e químicos (GONÇALVES et al., 2017), embora ocupe em maior densidade as camadas superficiais, para captar a água proveniente de precipitação pluviométrica. Outra resposta das raízes ao déficit é a substituição de raízes antigas por novas, em busca de maior eficiência na absorção de água e nutrientes (BRUNNER et al., 2015). Para tal reposição, o gasto de energia pode ser considerável, no entanto, o benefício atribuído à eficiência das raízes novas é excedente.

Acrescente-se a isso, as espécies adaptadas a limitação de água podem estender o sistema radicular, aprofundando-o (COSTA E SILVA, 2004; REIS et al., 2006; GRANT et al., 2012; DURAND et al., 2016). Este comportamento demonstra que há maior alocação de carbono às raízes de maior longevidade, de modo a manter um sistema radicular eficiente e, por conseguinte, atender a demanda de transpiração da parte aérea (DURAND et al., 2016).

Espécies nativas do bioma Cerrado, onde a sazonalidade é acentuada, expandem o sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo. Geralmente, isso resulta em maior biomassa abaixo do solo que a biomassa aérea, atribuindo ao Cerrado o nome de “floresta invertida”. Oliveira et al. (2005), ao avaliar a dinâmica da umidade do solo em dois ecossistemas de Cerrado, um cerrado denso com predominância de árvores e outro, campo sujo com gramíneas, verificaram que durante a estação seca, 82% da água utilizada no cerrado denso e 67% no campo sujo, foi extraída de profundidades superiores a 1 m. Vale destacar que a água disponível para as árvores em cerrado denso foi 46% a mais que em campo sujo, fato justificado pelo maior perfil de exploração, de 7,5 m de profundidade.

Neste contexto, faz-se um paralelo às propriedades de madeira de espécies nativas do Cerrado, cujo sistema radicular tende a ser mais profundo e a densidade da madeira é mais elevada (SILVA; VALE; MIGUEL, 2015). Possivelmente isso acontece, pela alocação de carbono em raiz prioritariamente, em comparação ao fuste. Em contraste, plantas expostas a déficit hídrico severo

responderam com um acentuado aumento na relação biomassa de raiz em razão da biomassa total, devido ao decréscimo no crescimento dos caules (POORTER et al., 2012).

Jackson, Sperry e Dawson (2000) ressaltam a integração dos limites fisiológicos ao longo do caminho de fluxo de água na planta, com as alterações anatômicas. Os autores constataram que as raízes localizadas em profundidades elevadas possuem vasos com diâmetros quatro vezes maiores que caules de tamanho similar. O padrão observado para o diâmetro dos vasos foi de “pirâmide”, onde as raízes mais rasas apresentaram vasos com diâmetros intermediários. Tais estudos enfatizam a importância da arquitetura hidráulica radicular para a absorção de água em faixa de profundidades.

Convergente aos autores supracitados, McElrone et al. (2004) avaliaram a anatomia do xilema em três espécies de angiospermas, considerando o caule, raízes rasas e raízes profundas, a 20 m de profundidade. O material foi proveniente da região de planalto do Texas, com precipitação média anual de 600 mm no Oeste a 800 mm no Leste. Nas espécies consideradas tolerantes à seca, os diâmetros dos vasos eram menores em caules, intermediários em raízes rasas e maiores em raízes profundas (Figura 1).

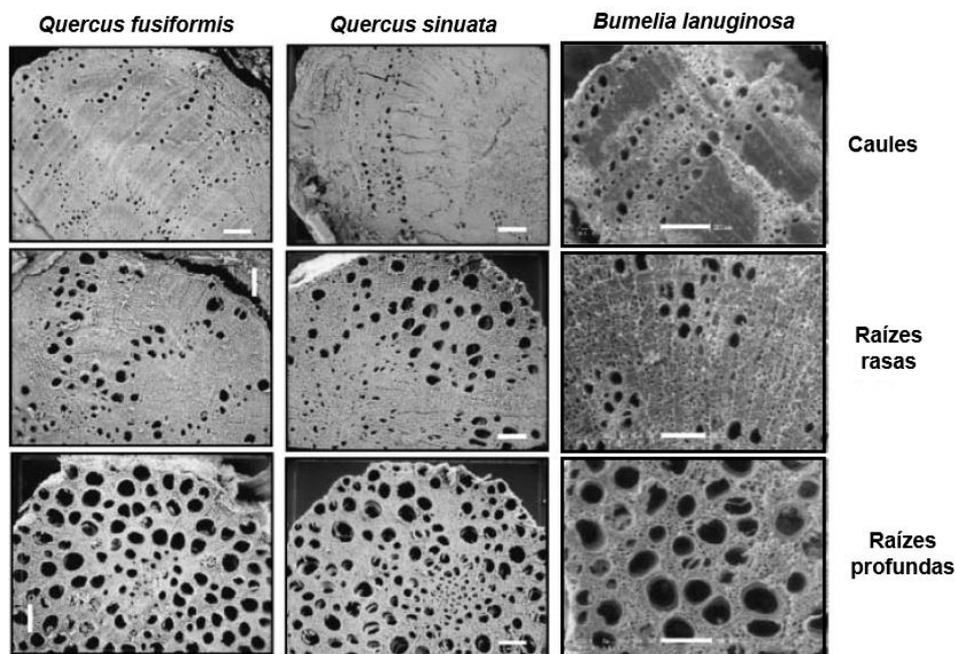


Figura 1. Micrografias eletrônicas de varredura de caules (linha superior), raízes rasas (linha do meio) e raízes profundas (linha inferior) para quatro espécies, no Texas central. As barras brancas representam 300 μm para *Quercus sinuata* e *Quercus fusiformis*; 200 μm para *Bumelia lanuginosa*. Fonte: McElrone et al., (2004), adaptado pela autora.

O diâmetro do vaso foi significativamente relacionado à profundidade, uma vez que apresenta dimensões maiores conforme o aumento da profundidade. As raízes profundas tiveram diâmetros médios dos vasos duas vezes maiores que nos caules para *Quercus fusiformis* (McELRONE et al., 2004). Comportamento semelhante foi observado em espécies do Cerrado, onde também apresentavam maiores diâmetros dos vasos na raiz (MACHADO et al., 2007).

A finalidade do decréscimo é para garantir a eficiência hidráulica, a segurança e a maximização da condutividade (SPERRY et al., 2012). Sendo assim, enquanto a água estiver em quantidades no solo, que seja possível sua extração pela planta, as raízes estarão menos expostas à cavitação induzida pela seca e, portanto, podem fornecer vasos maiores.

A relação anatomia e profundidade de solo mostrou que as raízes profundas possuem maior eficiência hidráulica, sem evidenciarem resistência mecânica. Isso acontece provavelmente porque as

maiores exigências biomecânicas são requeridas pelos caules, para suporte do dossel e resistência aos ventos, gravidade e a própria biomassa, uma vez que as raízes possuem a matriz de solo como suporte, servindo como ponto físico de ancoragem para a parte aérea. Portanto, a anatomia das raízes exige menor resistência mecânica que o caule, e sem essa necessidade de suporte estrutural, o xilema transporta água com maior eficiência.

O maior comprimento do fluxo de água na planta, resultará em maiores diâmetros dos vasos, no início do “caminho”, ou seja, quanto maior a distância da raiz para o caule, maior será a diferença anatômica entre os órgãos distais. Contudo, não só a posição ao longo do percurso exerce influência sobre os traços anatômicos e hidráulicos, mas também o diâmetro do órgão (raiz e caule) e a idade do câmbio (SCHULDt et al., 2013).

No que se refere à frequência de vasos, a resposta é oposta aos diâmetros vasculares. Existe um aumento axial na frequência do vaso para compensar a potencial diminuição da condutância devido à diminuição do vaso.

2.2 Raízes em Ambiente Úmido

O motivo do afunilamento dos vasos em direção às estruturas apicais é o controle da distribuição da água, o combate ao aumento da resistência de fluxo com a altura da árvore e mais importante, redução do risco de disfunção do xilema no comprimento do caminho. Entretanto, quando a planta se desenvolve em ambiente com maior disponibilidade hídrica, esses impasses são desfeitos, uma vez que não há alta demanda evaporativa.

Dessa forma, o padrão de comportamento anatômico de vasos das raízes ao caule em ambiente com déficit hídrico, não foi validado para ambientes tropicais úmidos. Estudos com *Theobroma cacao* L. (Malvaceae), provenientes de florestas tropicais da Indonésia, e outras duas espécies de floresta sazonal, *Erythrina subumbranas* e *Gliricidia sepium* (ambas da família Fabaceae), revelam que o diâmetro médio do vaso foi significativamente maior no caule e não na raiz. Esse comportamento é o inverso da resposta anatômicas de plantas em ambiente com escassez de água no solo.

A resposta encontrada neste trabalho indica que a disponibilidade permanente de água e baixa demanda evaporativa em região úmida, não requerem vasos com grandes dimensões em raízes, convergente ao encontrado por Machado et al. (2007), em espécies de floresta de Mata Atlântica. Schuldt et al. (2013) ao analisarem cinco espécies arbóreas de uma floresta tropical úmida da Indonésia, verificaram que a ocorrência de vasos maiores no caule contrastando com a frequência, porém pouco efeito exerceu na densidade básica da madeira. Possivelmente esse comportamento não seja pela independência da posição ao longo do trajeto de fluxo e sim pelo tipo de formação de lenho de cada órgão.

3. RESPOSTAS DOS GENÓTIPOS EM PROFUNDIDADE DE RAIZ

O comportamento das raízes é distinto entre espécies e materiais genéticos, principalmente quando a disponibilidade hídrica é fator integrado, como relatado anteriormente. O assunto sobre a distribuição de raízes em camadas profundas do solo é pouco compreendido, entretanto, deve ser considerado em programas de reprodução, uma vez que o rápido deslocamento da raiz, provavelmente explicará as diferentes taxas de sobrevivência entre espécies/híbridos durante períodos atípicos de seca (GONÇALVES et al., 2017). Esse “arranque” no crescimento e desenvolvimento de raízes é importante para selecionar matérias genéticos com rápida exploração das camadas profundas do solo em regiões propensas à seca.

A abordagem de trabalhos sobre essa temática demonstra que, além das condições ambientais, o fator genético é determinante para o desenvolvimento de raízes, principalmente ao aprofundamento da mesma (Tabela 1).

Tabela 1. Informações sobre diferentes materiais genéticos de eucalipto e as repostas no aprofundamento de raízes, sob condições de restrição hídrica.

Espécie (clone)	Idade	Comportamento de raízes	Fonte
Clone 8 (<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>)	2 anos	Os clones 14 e 16 obtiveram maiores relações AR/AF e comprimento de raiz. O clone 14 desenvolveu maior biomassa de raiz fina	Pinheiro et al. (2016)
Clone 14 (<i>E. saligna</i>)			
Clone 16 (<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>) <i>E. grandis</i>			
<i>E. dunnii</i> <i>Corymbia citriodora</i> subsp. <i>variegata</i>	7 anos	Maior ocorrência de raízes finas em profundidade para <i>E. dunnii</i> , em Vertissolos	Grant et al. (2012)
Clone CN5 (<i>E. globulus</i>) Resistente ao DH	7 semanas	O clone CN5 sustentou maior taxa de crescimento (expansão da área foliar e crescimento da raiz), maior alocação de carbono ao sistema radicular e menor relação de área folha-raiz	Costa e Silva et al. (2004)
Clone ST51 (<i>E. globulus</i>) Sensível ao DH			

DH: déficit hídrico; AR: área de raiz; AF: área foliar.

Os dados da tabela 1 mostram que há variabilidade no comportamento das raízes, e que essa pode ser condicionada pelo genótipo. Pinheiro et al. (2016) verificaram a variedade no aprofundamento de raízes para os genótipos, com profundidades entre 8 e 11,5 m para árvores de 2 anos de idade e também variação na biomassa de raiz fina (de 220 a 374 g.m⁻² aos 2 anos). Há casos em que a produção de raízes finas diminuiu ao longo da estação seca e aumentou ao longo da estação chuvosa (AZEVEDO, 2014).

A diferença pode ser atribuída a heterogeneidade dos clones no acesso a água armazenada em camadas de solo profundo, além dos distintos padrões de alocação de carbono, acima e abaixo do solo. A sazonalidade e o material genético influenciam a biomassa de raízes, como reportado na literatura (QUAN et al., 2010; AZEVEDO, 2014).

Genótipos mais conservadores no uso de água, investem prioritariamente em área de raiz fina em relação à área foliar e a variabilidade genética, tanto de espécies quanto de população pode interferir nessas respostas de crescimento (BRUNNER et al., 2015). Douglas, Mcivor e Lloyd-west (2016) comprovaram essa afirmativa, e encontraram variação de 3,4 vezes no comprimento total de raiz, para seis diferentes clones de *Populus* sp.

Diferenças na arquitetura de raiz podem ser verificadas como respostas genotípicas, assim como afirmado no estudo de Reis et al. (2006). Os clones 1277 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*) e 1250 (*E. grandis* x *E. urophylla*) expressaram diferentes comportamentos no aprofundamento de raiz, em condições de déficit hídrico. O clone 1277 demonstrou ser mais tolerante ao déficit hídrico, uma vez que não alterou o crescimento aéreo, fato atribuído ao melhor desempenho do sistema radicular. Todavia, o clone 1250 exibiu sistema radicular superficial, bem como o menor comprimento e número médio de raízes, indicando que a sua sobrevivência e crescimento poderão ser limitados em ambientes com restrição hídrica (REIS et al., 2006).

Os materiais genéticos mais adaptados aos locais secos concentram amido e diminuem os açúcares em suas raízes, enquanto os sensíveis inalteram os teores de açúcares, porém degradam amido para manter a respiração da raiz (GALVEZ; LANDHÄUSSER; TYREE, 2011).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A profundidade do sistema radicular pode afetar as propriedades da madeira, embora a influência exercida seja maior por parte de raízes com maiores diâmetros. Variáveis da madeira como densidade e dimensões de vasos foram influenciadas pelo aprofundamento de raízes, principalmente quando essas, desenvolveram-se em ambientes com alta ou restrita disponibilidade de água. O comportamento anatômico de árvores sob restrição hídrica foi um afinamento dos elementos vasculares das raízes com diminuição aos ramos. Somado a isso, o fator genético, exprime a variação em tolerância ou sensibilidade ao déficit hídrico com aprofundamento ou não do sistema radicular, que pode desencadear em outras alterações.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, G. B. **Amostragem e modelagem da biomassa de raízes em um Cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal**. 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

BRUNNER, I. et al. How tree roots respond to drought. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. 547, 2015.

COSTA E SILVA, F. et al. Responses to water stress in two *Eucalyptus globulus* clones differing in drought tolerance. **Tree Physiology**, v. 24, n. 10, p. 1165-1172, 2004.

DOUGLAS, G. B.; MCIVOR, I. R.; LLOYD-WEST, C. M. Early root development of field-grown poplar: effects of planting material and genotype. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 46, n. 1, p. 1, 2016.

DURAND, M. et al. Water deficit enhances C export to the roots in *Arabidopsis thaliana* plants with contribution of sucrose transporters in both shoot and roots. **Plant physiology**, v. 170, n. 3, p. 1460-1479, 2016.

GALVEZ, D.A.; LANDHÄUSSER, S. M.; TYREE, M.T. Root carbon reserve dynamics in aspen seedlings: does simulated drought induce reserve limitation? **Tree Physiology**, v. 31, n. 3, p. 250-257, 2011.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Eucalypt plantation management in regions with water stress. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, p. 1-15, 2017.

GRANT, J. C. et al. Depth distribution of roots of *Eucalyptus dunnii* and *Corymbia citriodora* subsp. *variegata* in different soil conditions. **Forest Ecology and Management**, v. 269, p. 249-258, 2012.

JACKSON, R. B.; SPERRY, J. S.; DAWSON, T. E. Root water uptake and transport: using physiological processes in global predictions. **Trends in plant science**, v. 5, n. 11, p. 482-488, 2000.

KIRFEL, K. et al. Influence of root diameter and soil depth on the xylem anatomy of fine-to medium-sized roots of mature beech trees in the top-and subsoil. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1-13, 2017.

KNIGHT, J.H. Root distributions and water uptake patterns in *Eucalyptus* and other species. In: LANDSBERG, J. J. **The ways trees use water**. Barton, ACT: Rural Industries Research and Development Corporation. 1999. p. 55–85.

KOTOWSKA, M. M. et al. Patterns in hydraulic architecture from roots to branches in six tropical tree species from cacao agroforestry and their relation to wood density and stem growth. **Frontiers in plant science**, v. 6, n. 191, 2015.

MACHADO, S. R. et al. Structural variations in root and stem wood of *Styrax* (Styracaceae) from Brazilian forest and Cerrado. **Iawa Journal**, v. 28, n. 2, p. 173-188, 2007.

McELRONE, A. J. et al. Variation in xylem structure and function in stems and roots of trees to 20 m depth. **New Phytologist**, v. 163, n. 3, p. 507-517, 2004.

OLIVEIRA, R. S. et al. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. **Functional Ecology**, v. 19, n. 4, p. 574-581, 2005.

OLMO, M.; LOPEZ-IGLESIAS, B.; VILLAR, R. Drought changes the structure and elemental composition of very fine roots in seedlings of ten woody tree species. Implications for a drier climate. **Plant and soil**, v. 384, p. 113-129, 2014.

PINHEIRO, R. C. et al. A fast exploration of very deep soil layers by *Eucalyptus* seedlings and clones in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 366, p. 143-152, 2016.

POORTER, H. et al. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **New Phytologist**, v. 193, n. 1, p. 30-50, 2012.

SCHULDT, B. et al. Changes in wood density, wood anatomy and hydraulic properties of the xylem along the root-to-shoot flow path in tropical rainforest trees. **Tree physiology**, v. 33, n. 2, p. 161-174, 2013.

SILVA, C. J.; VALE, A. T.; MIGUEL, E. P. Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de Cerradão no estado de Tocantins. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 63-75, 2015.



VII Simpósio Florestal Sul-Mato-Grossense



RESUMOS SIMPLES



FATOR DE FORMA ÚNICO É EFICIENTE NA ESTIMATIVA VOLUMÉTRICA DE ÁRVORES DE CLONES DE EUCALIPTO?

Gileno Brito de AZEVEDO^{1*}, Glauce Taís de Oliveira Sousa AZEVEDO¹, Natan Prado SCHENATTO¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul (UFMS/CPCS).
*gileno.azevedo@ufms.br

Resumo: É recomendado que os métodos para estimativa volumétrica sejam desenvolvidos e aplicados para cada condição, como por idade, espécie/clone e regime de condução, por causa da variação da relação entre as variáveis. No entanto, se algum método permitir estimar de forma confiável o volume de árvores em várias condições simultaneamente, haveria redução do número de árvores cubadas, ganhos no tempo de coleta e processamento dos dados e, conseqüentemente redução de custos. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar a eficiência da estimativa volumétrica de árvores através de fatores de forma artificiais desenvolvidos para os dados como um todo e para cada condição separadamente. Os dados foram coletados em uma fazenda localizada em Ribas do Rio Pardo/MS. Árvores de eucalipto foram mensuradas em oito plantações com condições silviculturais diferentes [4 clones (AEC0144, AEC0224, VM01 e H77) x 2 regimes de condução (alto fuste e talhadia)], com espaçamento de plantio de 3x3 m. Foram derrubados 465 fustes, provenientes de 387 árvores, e cubados rigorosamente pelo método de Smalian, para obtenção do volume real. Os volumes foram estimados, de duas formas: E1–através de um único fator de forma gerado para todas as condições e; E2–através um fator de forma por condição. Os fatores de forma artificiais ($f_{1,3}$) foram gerados com 80% dos dados, e o restante dos dados foram utilizados para geradas as estimativas E1 e E2. A qualidade de cada estimativa foi avaliada através do coeficiente de determinação (R^2), do Erro padrão ($S_{yx}\%$) e da média absoluta dos desvios (MAD%), além da análise gráfica dos resíduos. As estimativas foram comparadas, pelo Teste t, com o volume da cubagem. Os fatores de forma obtidos variaram de 0,4042 a 0,4802. A estimativa de volume com um único fator de forma (0,4531) apresentou pior desempenho ($R^2=0,9452$ de $S_{yx}\%=23,34$ e $MAD\%=11,49$) em relação à estimativa E2 ($R^2=0,9555$ de $S_{yx}\%=17,40$ e $MAD\%=9,25$). Ambas as estimativas apresentaram tendência em superestimar os maiores volumes e em subestimar os menores volumes. No entanto, os maiores erros foram verificados para a estimativa E1. Não houve diferenças estatísticas entre as médias do volume cubado e dos volumes estimados. O fator de forma é um método importante e muito utilizado para obter estimativas rápidas do volume. Porém, deve ser utilizado com ponderações e cuidados, principalmente quando não for específico, ou seja, desenvolvido por espécie, idade, espaçamento e sítio, podendo gerar estimativa com menor precisão e maior dispersão, conforme observado no presente trabalho.

Palavras-chave: Alto fuste, Talhadia, Volume.

Fonte de financiamento: À Âmbar Energia Ltda. - Programa de P&D ANEEL - pelo apoio financeiro.

ANÁLISE DE UM PLANTIO DE MUDAS NO PARQUE MUNICIPAL NATURAL LAGOA COMPRIDA ATRAVÉS DE GEOTECNOLOGIAS

Rafael Alves Ferreira de MELO^{1*}, Patrícia Vieira POMPEU² Fernando Ibanez MARTINS³

¹ Graduando em Engenharia Florestal, UEMS, Unidade de Aquidauana; ² Docente, UEMS, Unidade de Aquidauana; ³ Técnico da Secretaria do Meio Ambiente de Aquidauana; *Autor correspondente: rafael97melo@gmail.com

Resumo: Entre as inúmeras Unidades de Conservação no estado de Mato Grosso do Sul destaca-se para este trabalho o Parque Municipal Natural Lagoa Comprida (PNMLC) localizado em área urbana na cidade de Aquidauana, abrigando uma grande biodiversidade, e que ao longo dos anos está sujeito a constantes impactos da urbanização, somados à falta de gestão, provocando uma visível degradação. Dentre esses danos verifica-se fragmentação da cobertura vegetal nativa no interior do parque em diversas áreas que permitiu a invasão do capim braquiária, além do descarte de lixo e outras pressões por parte da população, afetando assim os processos ecológicos que garantem a manutenção e restauração dos recursos bióticos e abióticos locais. A instauração de um reflorestamento para uma área em degradação como a do PNMLC mostra-se com uma boa alternativa para recompor seu micro ecossistema e conservar a rica biodiversidade local. O objetivo desse trabalho foi realizar uma análise espacial de um plantio e monitoramento de mudas no PNMLC. Conforme disponibilidade do viveiro municipal foram ofertadas 150 mudas para plantio em dois setores do parque, em que, foram coletadas informações de taxas de mortalidade e sobrevivência, além de dados biométricos de altura e diâmetro. Os dados obtidos foram inseridos em um programa de sistemas de informações geográficas, o ArcGis 10.3, para a criação dos mapas espaciais representando a mortalidade e sobrevivência dos indivíduos plantados, e também comparação do crescimento biométrico nas duas áreas recuperadas. Como resultado foi possível obter o percentual total de 47 % de sobrevivência e 53% de mortalidade das mudas plantadas, devido à dificuldade de acesso para irrigação, herbivoria e a competitividade de plantas consideradas daninhas para atividade. Com os dados foram elaborados mapas distintos de diâmetro e altura separados pelas duas áreas (1 e 2) de plantio onde cada muda foi classificada em três classes de legenda conforme a variação do seu tamanho, a área 1 foi a que apresentou maior número de sobreviventes e de indivíduos superiores em diâmetro e altura. Com a análise foi possível verificar a distribuição das mudas e sua relação com os recursos locais como a distância da lâmina d'água, que interfere na disponibilidade hídrica das plantas, e a distância de árvores dominantes, que possibilita o sombreamento das mudas. Observou-se que no geral as espécies mais próximas da lagoa tiveram uma maior taxa de sobrevivência e crescimento, o mesmo ocorre para as espécies mais próximas dos fragmentos florestais.

Palavras-Chave: Recomposição Vegetal, Arborização em área pública, Unidade de Conservação.

Agradecimentos: A Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SEMA que realizou a limpeza no local de plantio e que foi fundamental para a sobrevivência das mudas inseridas no PNMLC.

Fonte de financiamento: UEMS/CNPq N° 28/2020 – PROPPI/UEMS – PIBIC.

MÉTODOS DOS DOIS DIÂMETROS PARA ESTIMATIVAS VOLUMÉTRICAS EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO

Glauce Taís de Oliveira Sousa AZEVEDO^{1*}, Gileno Brito de AZEVEDO¹, Natan Prado SCHENATTO¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul (UFMS/CPCS).
*glauce.azevedo@ufms.br

Resumo: Os modelos volumétricos correlacionam variáveis mais facilmente obtidas na árvore com seu volume, permitindo assim estimar de forma confiável o volume de outras árvores. A equação dos dois diâmetros (EDD) estima o volume com base em dois diâmetros medidos em duas alturas diferentes do fuste, selecionados para cada condição. Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar a eficiência da EDD na estimativa do volume de árvores de eucalipto em oito plantações com condições silviculturais diferentes [4 clones (AEC0144, AEC0224, VM01 e H77) x 2 regimes de condução (alto fuste e talhadia)], no espaçamento 3x3 m. Os dados foram coletados em uma fazenda localizada em Ribas do Rio Pardo/MS. Foram derrubados 465 fustes, provenientes de 387 árvores, e cubados rigorosamente pelo método de Smalian, para obtenção do volume total. Para selecionar, em cada condição, os diâmetros para compor o modelo, foi realizado o teste de correlação de Pearson que determinou qual porção do fuste possuía volume mais altamente relacionado com o volume total. Para isso, foram mensurados diâmetros em várias posições do fuste (0,1 m, 0,3 m, 0,5 m, 0,7 m, 0,9 m, 1,1 m, 1,3 m, 2,0 m), e então calculados os volumes de cada seção. Com 80% dos dados foram feitas as análises de correlação e ajustadas as EDD ($v = \beta_0 + \beta_1(d_1^2 + d_2^2)$), onde: v=volume, h=altura total, d_1 e d_2 =diâmetros em diferentes alturas da árvore). Com os 20% dos dados restantes, foram geradas estimativas com as equações para cada condição. A qualidade de cada estimativa foi avaliada através do coeficiente de determinação (R^2) e do Erro padrão ($S_{yx}\%$), além da análise gráfica dos resíduos, obtidos a partir dos valores reais e estimados. A porção do fuste que apresentou maior correlação com o volume total foi diferente em cada condição. As porções com maiores correlações foram entre 1,0 e 2,0 m, exceto para clones AEC0144 e H77 em alto fuste, que a melhor correlação ficou em 0,7 a 2,0 m e AEC0224 em alto fuste que ficou em 0,4 a 2,0 m. Todas essas as correlações foram maiores que 0,9. As estimativas do volume tiveram desempenhos estatísticos satisfatórios ($R^2_{aj} > 0,84$ e $S_{yx}\% < 11,74$). No entanto, houve tendências nas estimativas de três das oito condições avaliadas. Portanto, a EDD deve ser utilizada com critério em cada condição, a fim de gerar estimativas confiáveis.

Palavras-chave: Alto fuste, Clones de eucalipto, Modelos volumétricos, Talhadia.

Fonte de financiamento: À Âmbar Energia Ltda. - Programa de P&D ANEEL - pelo apoio financeiro.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO ACUMULADA NO PÓS PLANTIO DE SERINGUEIRA COM MÉTODOS DE APLICAÇÃO DO HIDROGEL

Vitória Silvestre PICCININ^{1*}, Glauce Taís de Oliveira Souza AZEVEDO¹, Gileno Brito de AZEVEDO¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul (UFMS/CPCS).

*glauce.azevedo@ufms.br

Resumo: A adoção de práticas silviculturais adequadas no plantio auxilia na redução dos efeitos do déficit hídrico em que as mudas florestais são submetidas. Uma dessas práticas é a forma de aplicação do hidrogel na cova da muda, uma vez que esse produto apresenta a capacidade armazenar centenas de vezes sua massa em água, disponibilizando-a gradativamente para as plantas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a evapotranspiração acumulada no pós plantio do clone de seringueira RRIM600, com diferentes métodos de aplicação do hidrogel no plantio. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, câmpus de Chapadão do Sul. As mudas foram plantadas em vasos plásticos de 11 litros e receberam diferentes métodos de aplicação do hidrogel: T0-sem hidrogel, T1-incorporação de 2 g do hidrogel desidratado ao solo do vaso, T2-incorporação de 4 g do hidrogel desidratado ao solo do vaso, T3-incorporação de 8 g do hidrogel desidratado ao solo do vaso, T4-aplicação de 0,5 L da solução de hidrogel (1 kg de hidrogel para 400L de água) sobre o colo da muda após o plantio, T5-aplicação de 0,5 L da solução de hidrogel no fundo da cova e T6-aplicação de 8 g do hidrogel desidratado em duas covetas laterais. Após o plantio, adicionou-se 3 L de água em cada vaso e as mudas foram submetidas ao déficit hídrico. A perda diária de água dos vasos, em kg, foi obtida a partir de sua pesagem diária. Essa informação, foi utilizada para obter a evapotranspiração acumulada em cada dia (ETc). Portanto, os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com 6 métodos de aplicação do hidrogel x 16 épocas de avaliação, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Houve interação significativa entre os fatores. Para todas as formas de aplicação do hidrogel a ETc foi aumentando com o tempo, tendendo a se estabilizar a partir de 23 a 25 dias após o plantio. Em cada época de avaliação não houve diferenças significativas entre as formas de aplicação do hidrogel. Nas condições em foram realizadas o presente estudo, a ETc ocorre de forma independente da forma de aplicação do hidrogel e esse produto não foi capaz de influenciar na taxa de perda de água no solo.

Palavras-chave: Água, mudas, RRIM600, silviculturais.

Fonte de financiamento: UFMS

USO DO ALGORITMO RANDOM FOREST PARA ESTIMAR ALTURA TOTAL DE ÁRVORES DE SERINGUEIRA

João Victor Sampaio da SILVA¹, Lucas da Silva RIBEIRO¹, Giuliano Galvão De França LOURENÇO¹, Glauce Taís de Oliveira Sousa AZEVEDO¹; Gileno Brito De AZEVEDO^{1*}

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Campus Chapadão do Sul-MS.
gileno.azevedo@ufms.br

Resumo: O diâmetro a altura do peito (DAP) e a altura total das árvores (H) estão entre as variáveis mais comumente mensuradas nos inventários florestais. Entretanto, quando comparado com o DAP, a variável H demanda por mais tempo para a sua obtenção, aumentando os custos de realização dos inventários florestais. Assim, a relação entre DAP e H, denominada como relação hipsométrica, consiste em uma importante alternativa para estimar H indiretamente a partir do DAP, contribuindo para a redução da mensuração de H no campo. Normalmente a relação hipsométrica é avaliada por meio da regressão linear clássica e utiliza modelos amplamente difundidas na literatura. Porém, com o avanço da tecnologia, outras opções precisam ser avaliadas, como é o caso das florestas aleatórias (RF, random forest), que consiste em um algoritmo de *machine learning* (aprendizado de máquina). Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar a precisão das estimativas de H de árvores de seringueira, estimadas pela técnica de *machine learning*. Foram utilizados dados de medições realizadas em cinco ou seis ocasiões, em 21 parcelas permanentes (650-680 m² de área cada – três linhas de plantio x 12 árvores na linha) estabelecidas em três talhões (clone RRIM600), localizados no município de Paraíso das Águas-MS. Em cada ocasião, obtiveram-se medidas do DAP (em centímetros) de todas as árvores; altura total (H, em metros) das árvores da linha central; altura dominante (Hd, em metros), de acordo conceito de Assmann (1970); e a idade de plantio (Id, em anos). Os dados foram divididos em treinamento (75%) e validação (25%), o número de variáveis selecionadas em cada nó (*Mtry*) foi igual a 3. Foram treinados três modelos RF, que se diferenciaram em relação ao número de variáveis de entrada: 1) $H=f(\text{DAP}, \text{Hd}, \text{Id})$; 2) $H=f(\text{DAP}, \text{Hd})$; 3) $H=f(\text{DAP})$. A qualidade das estimativas foi realizada com base nos critérios: correlação entre os valores de H observados e estimados (*r*); raiz quadrada média do erro (RMSE) e erro absoluto médio (MAE). O modelo 1 apresentou desempenho superior aos demais modelos. Na etapa de validação, esse modelo proporcionou *r* igual a 0,9673, RMSE de 0,9999 e MAE de 0,7311. Assim, o algoritmo RF mostrou-se adequado e preciso para gerar estimativas de H de árvores de seringueira em função das variáveis DAP, Hd e Id.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*, *Machine Learning*, Mensuração Florestal, Relações Hipsométricas.

Fonte de financiamento: CNPq e UFMS.

