

ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ORGANIZADORES

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

Volume VI



Pantanal Editora

2021

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
VOLUME VI



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandris ArgenteL-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patricia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo	UEMA
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca	UFPI
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira	FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix	UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme	UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume VI / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 133p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88319-79-6

DOI <https://doi.org/10.46420/9786588319796>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.
CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Pantanal Editora

Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume VI” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: regressão quantílica na classificação de sítios florestais em povoamentos de *Pinus elliottii*, equações volumétricas mistas para árvores de *Pinus taeda* em diferentes espaçamentos, substratos para a produção de mudas de coentro, correlações e análise de trilha na qualidade de sementes de soja oriundas de plantas cultivadas em solos com diferentes níveis de fertilidade nitrogenada, desempenho agrônômico de duas cultivares de rúcula sob densidades de semeadura em sistema hidropônico, serraria e secagem da madeira: uma revisão, redes neurais artificiais aplicadas na estimativa da altura total de *Eucalyptus* sp., as espécies de *Desmodium* (Leguminosae) no herbário da Amazônia Meridional: potencialidades a pecuária, germinação de sementes armazenadas de *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling, micoparasitismo no controle biológico da ferrugem Asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), componentes produtivos de soja são influenciados por diferentes tipos de irrigação, e efectos de los oligogalacturónidos y sustrato orgánico en el comportamiento morfoproductivo de la habichuela Lina (*Vigna unicalata* L.). Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume VI, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este e-book possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera


SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I	6
Uso da regressão quantílica na classificação de sítios florestais em povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> , no Uruguai.....	6
Capítulo II	15
Equações volumétricas mistas para árvores de <i>Pinus taeda</i> em diferentes espaçamentos, no Paraná... 15	
Capítulo III	26
Substratos para a produção de mudas de coentro (<i>Coriandrum sativum</i> L. cv. Português)	26
Capítulo IV	33
Correlações e análise de trilha na qualidade de sementes de soja oriundas de plantas cultivadas em solos com diferentes níveis de fertilidade nitrogenada.....	33
Capítulo V	42
Desempenho agrônômico de duas cultivares de rúcula sob densidades de semeadura em sistema hidropônico no município de Uruçuí-PI	42
Capítulo VI	52
Serraria e Secagem da Madeira: Uma Revisão	52
Capítulo VII	63
Redes neurais artificiais aplicadas na estimativa da altura total de <i>Eucalyptus</i> sp.	63
Capítulo VIII	78
As espécies de <i>Desmodium</i> (Leguminosae) no Herbário da Amazônia Meridional: potencialidades a pecuária na região de Alta Floresta, Mato Grosso.....	78
Capítulo IX	96
Germinação de sementes armazenadas de <i>Hesperozygis ringens</i> (Benth.) Epling	96
Capítulo X	102
Micoparasitismo no Controle Biológico da Ferrugem Asiática da Soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>).....	102
Capítulo XI	110
As características agrônômicas da soja são influenciadas pelo tipo de irrigação e aplicação de doses de potássio	110
Capítulo XII	119
Efectos de los oligogalacturónidos y sustrato orgánico en el comportamiento morfoproductivo de la habichuela Lina (<i>Vigna unicalata</i> L.).....	119
Índice Remissivo	131
Sobre os organizadores	133


Serraria e Secagem da Madeira: Uma Revisão

Recebido em: 07/07/2021


Aceito em: 12/07/2021

 10.46420/9786588319796cap6

Marcus Dhilermando Hora de Souza^{1*} 


Eliana de Jesus Alves¹ 


Brenna Peixoto Silva¹ 

Taís Ferreira Costa¹ 

Valdeir Palma Do Amparo¹ 

Jocilene Do Rosario Cruz¹ 

Lorena Santana de Oliveira Melo¹ 

Lucas Soares Miguez¹ 

INTRODUÇÃO

A indústria ainda enfrenta grandes dificuldades quanto à secagem da madeira – especialmente quando oriundas de florestas plantadas, provocado muitas vezes por desconhecimento técnico ou por erros operacionais, exigindo cuidados especiais no seu processamento, devido à presença de tensões internas de crescimento, que afetam suas propriedades físicas e mecânicas (Ferreira et al., 2004; Calonego et al., 2005; Zen et al., 2019).

De modo geral, no Brasil, a prática adequada da secagem não é tão difundida e/ou utilizada quanto deveria ser por aqueles que atuam no ramo madeireiro (Anjos et al., 2011). Seguindo o pensamento dos mesmos autores, a secagem é feita de modo negligente, provocando falhas que acarretam em produtos de baixa qualidade e aceitação no mercado, falhas essas que também podem ser atribuídas ao desconhecimento de aspectos tecnológicos de operações fundamentais para a secagem correta.

Com isso, torna-se primordial a escolha adequada de um determinado método de secagem, considerando que este influencia diretamente no tempo de secagem, na qualidade do material seco (propriedades físicas, mecânicas e probabilidade de ataques por insetos e fungos xilófagos) e na obtenção do teor de umidade desejado para cada finalidade proposta (Santos, 2002; Zen et al., 2019).

Tradicionalmente, existem grandes concentrações de serrarias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, que vem ano após ano, passando por modificações no seu perfil de abastecimento de matéria-prima. Inicialmente, usava-se preferencialmente madeiras como *Araucaria angustifolia*, *Nectandra sp.*, *Ocotea sp.*, e madeiras de reflorestamentos do gênero *Pinus* (Fontes, 1994; Perez et al., 2006). De acordo com a ABIMCI (2016), no ano de 2015 existiam 22.902 serrarias no Brasil, e desse total, 40% estavam localizadas na Região Sul do país, ante 22% na Região Norte e 16% na Região Centro-Oeste, apesar destas serem as maiores produtoras de floresta tropical do Brasil.

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA.

* Autor correspondente: dhilermandohora@hotmail.com

Para Almeida et al. (2011), mesmo com o grande potencial em produção de madeira serrada do Brasil, a situação do segmento madeireiro no País encontra-se bem aquém dos melhores padrões mundiais, com empresas majoritariamente fazendo uso de tecnologias obsoletas ou pouco especializadas.

Contudo, devido às vantagens naturais brasileiras e aos incansáveis esforços em silvicultura, o Brasil consegue produzir a madeira mais barata do mundo (Almeida, 2006), considerando que o País dispõe de setores industriais altamente competitivos devido ao rápido crescimento dos plantios florestais, conseguindo alcançar produtividade 10 vezes superior às observadas em nações líderes no mercado global (Hoeflich, 2006).

Com isso, Almeida (2006), afirma que tal vantagem, aliado ao fato da indústria madeireira não demandar desenvolvimento tecnológico de Primeiro Mundo, faz com que não seja preciso de muito para tornar o País uma grande referência mundial nesse segmento, como já acontece com a celulose, que diferentemente do segmento madeireiro, tem obtido forte apoio do Estado.

PRINCÍPIOS DA SECAGEM

A secagem da madeira é uma das etapas mais importantes do processamento inicial desta matéria-prima na indústria, sendo uma etapa obrigatória na geração de produtos de madeira sólida em função dos benefícios que esta técnica pode agregar ao material, tanto na trabalhabilidade da peça, quanto na resistência ao ataque de agentes xilófagos (Batista et al., 2015a; Batista et al., 2016).

A madeira é um material biológico bastante heterogêneo, anisotrópico e higroscópico (Braz et al., 2015), que possui diferentes tipos de tecidos, adaptados para desempenharem funções específicas (Ferro et al., 2015). A heterogeneidade da madeira está relacionada com diversos fatores, como a diversidade de componentes que formam os tecidos, aspectos climáticos, solo, local de crescimento e de ordem genética, assim como aspectos anatômicos e de crescimento, que por sua vez formam indivíduos complexos e com propriedades e características próprias (Rocha, 1994; Calil Junior et al., 2003; Braz et al., 2015; Ferro, et al., 2015).

A anisotropia se deve à composição dos elementos e sua disposição na formação do lenho, formando os planos tangencial, radial e longitudinal, e cada plano reage de formas diferentes tanto a cargas aplicadas quanto a secagem (Silva et al., 2003; Braz et al., 2015), de modo que quanto maior for a diferença de retratibilidade (fator anisotrópico) entre os planos da madeira, maior serão os problemas provocados pela secagem (Fagundes, 2003).

Para Silva et al. (2003) e Oliveira et al. (2005), o teor de umidade na madeira reflete em melhor estabilidade dimensional, trabalhabilidade na peça, resistência mecânica, durabilidade natural, tendo também implicações no seu processamento, uma vez que na secagem as peças com maiores gradientes de umidade tendem a apresentar defeitos, como o fendilhamento, empenamento e deformações provocadas pelas contrações de secagem, alterando o dimensionamento das tábuas, implicando diretamente em sua utilização final.

Já a higroscopicidade é a capacidade da madeira trocar umidade com o meio no qual está inserida, ou seja, em ambientes mais úmidos, o material ganhará umidade e em ambientes mais secos a perderá (Braz et al., 2015), retraindo-se e inchando de acordo com a umidade do ambiente (Silva et al., 2003). Sendo que, para Baraúna et al. (2009), a umidade na peça torna-se estável quando são fixadas as variáveis ambientais de temperatura e umidade, fazendo com que a umidade da madeira ajusta-se a um valor de equilíbrio, denominada de Umidade de Equilíbrio (UE), que deve ser determinada no local geográfico onde a madeira será empregada.

Segundo Menezes et al. (2014), a água na madeira pode ser classificada de dois modos: água livre ou de capilaridade; e água higroscópica ou de adesão. A água livre, que fica localizada nos vasos, canais e lúmen das células, está submetida às forças capilares, por esta razão é de remoção mais fácil, ou seja, no processo de secagem da madeira, a água livre contida nas estruturas supracitadas é a primeira a ser removida. Já a água higroscópica, para Galvão et al. (1985), é de remoção mais difícil por estar ligada a grupos hidroxílicos (OH) que retêm as moléculas de água.

Essas informações auxiliam no entendimento do processo de secagem na madeira e na ocorrência de alguns problemas ou defeitos que podem acometer a peça (Braz et al., 2015). Por ser um processo de baixa complexidade, é cada vez mais fácil reduzir o tempo de secagem e a incidência de defeitos com técnicas relativamente simples, sobretudo quando o processo é conduzido de modo eficiente, havendo a escolha de um método de secagem que influenciará positivamente na qualidade do material seco (Susin et al., 2014).

A secagem ocorre em três fases. Na primeira fase, a taxa de secagem é constante, havendo movimentação da água livre até a superfície devido à ação da capilaridade. A corrente de ar carregada de energia (calor) se movimenta na superfície da madeira vaporizando a água e liberando-a para o ambiente (Santos, 2002). Ainda conforme o mesmo autor, na segunda fase, parte da energia recebia pelo ar aquece a região, e gradualmente, é transferida para o centro da madeira, retirando a umidade por difusão e capilaridade até atingir o Ponto de Saturação das Fibras (PSF), e por fim, a terceira fase tem início quando a linha de evaporação da água restringe-se ao centro da peça e não há mais água livre no material, e a madeira segue perdendo água até atingir a UE de acordo com as características específicas de cada material.

Diferente de outros materiais, as tábuas podem ser secas de diferentes maneiras, como radiofrequência, ao ar livre e por altas temperaturas, sendo os dois últimos, os mais utilizados (Santos, 2002). Para o mesmo autor, a secagem ao ar livre é um dos métodos mais antigos de secagem e que exige pequena influência do homem, pois, depende basicamente de fatores ambientais. Entretanto, é prudente sempre tomar o cuidado de aplicar programas de secagem que não sejam severos demais, caso contrário, é inevitável a grande probabilidade a defeitos de secagem, como por exemplo, o desenvolvimento de colapso, rachaduras, empenamentos entre vários outros (Zen, 2016).

Nesse processo, deve-se sempre dar atenção ao pátio de secagem, tomando cuidado na escolha do local, preparo e arranjo das pilhas, distância entre a base das pilhas e o solo, entablicamento correto, proteção das pilhas, e as condições climáticas do local, sendo estes os principais fatores a serem considerados na secagem ao ar livre, para que no fim, seja produzido um material de boa qualidade e também tornando o processo mais econômico (Ducatti et al., 2001; Santos, 2002; Zen et al., 2019), sendo este método, o utilizado por 86% das empresas situadas no município de Sinop, Mato Grosso (Anjos et al., 2011).

Já as secagens por altas temperaturas, também chamadas de secagem convencional, os secadores, segundo Santos (2002), têm total controle da temperatura, variando de 35°C a 90°C, umidade e velocidade do ar (por meio de sistema de circulação forçada), favorecendo o equilíbrio entre a velocidade de evaporação da água na madeira e transferência de massa, bem como nas reações do material durante o processo, tornando a secagem mais rápida.

Tais processos de secagem, quando aplicados individualmente, possuem características particulares que não favorecem a secagem e que muitas vezes acabam não sendo recomendadas (Busatto, 2013; Zen, 2016). Para Anjos et al. (2011) e Zen (2016), as variações ambientais às quais as tábuas expostas à secagem ao ar livre estão sujeitas, são fatores que pesam contra esse método de secagem, uma vez que tornam o tempo de secagem demasiadamente longo e não alcançam os teores de umidade mais baixos, que são requeridos para pisos, lambris e móveis, influenciando também no desenvolvimento de tensões.

Por outro lado, a secagem por altas temperaturas proporciona controle total do processo, diminuindo a incidência de defeitos nas fases iniciais de secagem, contudo, a necessidade de mão de obra qualificada aumenta os custos operacionais, além de necessitar altos custos de investimento (Rosso, 2006) que geralmente encarecem o produto final inviabilizando a adoção de câmaras convencionais para a secagem da madeira (Anjos et al., 2011).

Portanto, o uso da secagem ao ar livre combinada com a secagem convencional tem sido empregado como método eficiente na redução de defeitos na madeira e melhoria de sua qualidade, tornando-se um método muito interessante (Zen, 2016; Zen et al., 2019). Para os mesmos autores, essa alternativa tem por objetivo reduzir os custos operacionais ao mesmo tempo em que acelera a secagem, retirando primeiro a água livre de forma lenta e diminuindo as tensões na madeira, e posteriormente, removendo a água de impregnação na estufa.

Entretanto, para Santos (2012), os equipamentos mais comuns de secagem da madeira continuam sendo as estufas convencionais, contudo, as estufas solares são recomendadas por serem muito promissoras ao otimizarem os custos de investimento e manutenção do empreendimento, sendo muito úteis em pequenas empresas pela secagem da madeira em quantidades menores.

Rezende et al. (2015), ressaltam outra técnica de secagem, denominada vaporização, que consiste na aplicação de vapor aquecido a altas temperaturas na madeira. Segundo os mesmos autores, a

vaporização é eficiente para o aumento da taxa de secagem e melhoria de sua qualidade, viabilizando aumento médio de 15% na taxa de secagem de tábuas de *Eucalyptus grandis*, o que provocou redução nos índices de defeitos de secagem de 20% a 52% quando aplicado o tratamento.

SERRARIA E MADEIRA SERRADA

O processo de transformação de uma tora de madeira de seção circular em peças de seções retangulares e quadradas é chamado sistema de desdobro (Murara Junior et al., 2013). Madeira serrada é aquela obtida pelo desdobro direto de toras em serras, com espessura superior a cinco milímetros, sendo que os formatos e dimensões das peças implicam em diferentes usos do material, que tem a indústria moveleira como o principal destino dessa produção, seguida pela construção civil e indústrias de embalagem (Perez et al., 2006). A partir dessa madeira serrada, são manufaturados produtos de maior valor agregado, a exemplo de EGP - Edge Glued Panels, molduras, portas, pisos, e outros do gênero (BRASIL, 2007).

As serrarias podem ser classificadas de diferentes formas, entretanto, segundo Salvador (2013), o aspecto mais relevante para tal é a produção, classificando-as em pequena, média e grande porte. O referido autor considera pequena quando a capacidade de processamento é de até 50 m³ de toras/dia; média quando o processamento é de 50 a 100 m³ de toras/dia; ou de grande porte quando o processamento é maior que 100 m³ de toras/dia.

O rendimento em madeira serrada é influenciado por diversos fatores, como: características da espécie, produtos, maquinário, mão de obra, e diâmetro das toras, que usualmente fica entre 15-25 cm para uso em serrarias; além desses fatores, o tratamento que é dado às toras ainda no pátio da serraria e outras decisões de como desdobrá-las ou não, são fatores fundamentais para que se atinjam bons níveis de rendimento (Murara Junior et al., 2005; Almeida, 2006).

A indústria de madeira serrada no Brasil, em conjunto com a indústria de painéis à base de madeira, destaca-se entre os produtores de produtos sólidos de madeira, pela utilização de madeiras oriundas de coníferas, que são classificadas como *softwood*, de cor clara, macia, fibra longa e densidade uniforme (Perez et al., 2006). Por essa razão, a produção de madeira serrada é uma grande oportunidade para o setor produtivo florestal brasileiro ampliar sua participação no mercado internacional (Petrauski et al., 2012).

Segundo o Ibá (2020), a produção de madeira serrada no Brasil em 2019 foi de 9,9 milhões de m³, com 90% da produção direcionada ao mercado doméstico do país. O relatório ainda aponta que as exportações recuaram 12% e as importações aumentaram 21% no mesmo ano, colocando o Brasil na 9ª posição no ranking entre os dez maiores produtores de madeira serrada no mundo, sendo a China e os Estados Unidos os principais produtores mundiais, com 90,3 e 82,5 milhões de m³ respectivamente.

A melhoria do nível tecnológico industrial é condição fundamental para o aproveitamento máximo da matéria-prima, assim, a eficiência técnica e econômica dos processos de transformação dos

recursos florestais em produtos pela indústria madeireira é fator básico para sua sobrevivência (Biasi et al., 2007), considerando, inclusive, ser irracional não promover o aproveitamento máximo dos subprodutos gerados no beneficiamento primário da madeira, a saber: cascas, costaneiras, refilos, aparas e serragem (Murara Junior et al., 2005).

Alguns autores ressaltam que o aproveitamento destes subprodutos, muitas vezes tidos como resíduo tem contribuído para a racionalização dos recursos florestais (Cabreira, 2011), além de contribuir para uma adequação ambiental no gerenciamento de resíduos sólidos industriais (Cerqueira et al., 2012), podendo gerar receitas através de agregação de valor aos produtos que tradicionalmente são abandonados e/ou queimados, proporcionando nova alternativa de ganho econômico às empresas com estrutura adequada para tal (Dutra et al., 2005).

Esses materiais residuais, segundo Santos et al. (2008) e Borges et al. (2015), podem ser reaproveitados como aglomerados e painéis de fibra, agregando valor aos subprodutos da serraria quando comparado à madeira *in natura*, a exemplo do aproveitamento dos resíduos da madeira de Candeia (*Eremanthus erythropappus*), utilizado para a produção dos materiais supracitados após a extração do óleo encontrado em sua madeira.

Há de se considerar também, a variação dimensional das peças serradas, que influi significativamente no seu rendimento e geração de resíduos, fazendo com que serrarias com maiores variações tenham rendimentos menores, isto porque quanto maiores às variações, maiores devem ser os acréscimos nas medidas das peças serradas (Eleotério et al., 1996). Os mesmos autores prosseguem afirmando que a variação mais crítica para o rendimento é a espessura, porém, a utilização de equipamentos sem vibrações, como os de serras delgadas, possibilita um bom rendimento.

Um sistema de desdobro convencional consiste em desdobrar toras sem classificação e sem uma definição exata de um modelo de corte para cada classe diamétrica (Murara Junior et al., 2005). As operações de desdobro de matéria-prima devem ser cuidadosamente planejadas, especialmente quando se utilizam processos convencionais e de baixo nível tecnológico, em que as toras são desdobradas de acordo com critérios escolhidos pelo operador da máquina principal, ou seja, é ele quem define a melhor maneira de se desdobrar uma tora, tornando a experiência e especialização da mão de obra fator de maior peso nos resultados do rendimento em madeira (Murara Junior et al., 2005; Bonato Junior et al., 2017).

Novak et al. (2009) trazem destaque à utilização de aplicativos computacionais como o SawCAM (Calculator software, a cutting pattern simulator), desenvolvido na Austrália, e o programa MaxiTora desenvolvido pela empresa OPTIMBER (Otimização e Informática Ltda), para facilitar e agilizar a tomada de decisões, e assim, otimizar o desdobro e obtenção de melhor rendimento, entretanto, estes sistemas não consideram as restrições de quantidades diamétricas existentes na madeira, inclusive a conicidade que as toras apresentam.

E tal característica, acaba por se tornar uma limitação dos referidos aplicativos, já que, para Valério et al. (2007) e Valério et al. (2009), durante a operacionalização em serrarias, os sistemas utilizados no

desdobro e as características da matéria-prima podem comprometer o rendimento e lucro desejados. Segundo Polzl et al. (2003), os rendimentos obtidos no processo de desdobro das toras em tábuas no Paraná seguem os mesmos níveis de utilização nacionais, de 40% a 45%, ainda sendo um processo com muitas perdas, inviabilizando a operação em muitos cenários.

A escolha dos operadores da serra principal, resserradeiras, canteadeiras e destopadeiras é absolutamente importante, considerando que estes, estão constantemente tomando decisões que dizem respeito a fatores que dependem do bom funcionamento das máquinas, afetando o desempenho da indústria na produtividade, qualidade do produto e o elevado índice de retrabalho para recuperação da matéria-prima, sendo os erros mais recorrentes o excesso de espessura das costaneiras, seleção errada do corte radial e subdimensionamento na largura e comprimento das peças (Murara Junior et al., 2005).

O valor dos produtos depende cada vez mais da tecnologia e inteligência a eles incorporada, e o Brasil ainda não se adaptou a esta realidade (Almeida, 2006). E nessa complexa “equação”, é prudente considerar o rendimento operacional de uma serraria, por isso, o rendimento em madeira serrada é medido pela relação entre o volume de toras desdobradas num período ou turno e o volume de madeira serrada produzido das respectivas toras (Batista et al., 2015b). A avaliação da eficiência em serrarias de grande porte está praticamente em desuso atualmente, por causa da grande automação e da mecanização, nas quais as atividades de produção são comandadas eletronicamente e por poucos operários (Batista et al., 2013).

Entretanto, para Batista et al. (2015b), em serrarias de menor porte - que possuem baixa automação, e muitas vezes, não têm informações precisas a respeito do desempenho operacional da sua produção - o conhecimento da eficiência produtiva é essencial para subsidiar decisões gerenciais que elevem o desempenho do empreendimento, possibilitando saber como e quando realizar a reestruturação interna do empreendimento, permitindo fazer ajustes nas operações produtivas, e/ou investimento no treinamento e qualificação da mão de obra, para, conseqüentemente, fortalecer a pequena empresa e evitando que ela quebre no futuro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos à cerca dos processos que envolvam tecnologias de serrarias e de secagem da madeira encontram-se escassos na literatura. Portanto, é necessário subsidio e incentivos a pesquisas voltadas ao desenvolvimento de equipamentos modernos nas serrarias que tragam avanços significativos na área, bem como nos processos de secagem da madeira. Especialmente quando se leva em consideração o comportamento individualizado que a madeira de cada espécie costuma apresentar. Assim, ampliam-se as espécies em estudo com potencial econômico para a indústria da madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMCI (2016). Associação Brasileira Da Indústria De Madeira Processada Mecanicamente. Estudo Setorial da ABIMCI 2016. Ano base 2015/ABIMCI. Curitiba: STCP Engenharia de Projetos. 161p. Disponível em: <<https://abimci.com.br/wp-content/uploads/2019/03/estudo-setorial-abimci-2016-2.pdf>>. Acesso em: 04/07/2021.
- Almeida NA et al. (2011). Caracterização do ambiente de negócios para produção de madeira serrada no Brasil e no Canadá. *Revista Floresta*, 41(4): 751-764.
- Almeida, AN (2006). Estudo Econométrico da Demanda e Oferta de Madeira em Tora para o Processamento Mecânico no Estado do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná (Dissertação), Curitiba. 235p.
- Anjos VA et al. (2011). Caracterização do processo de secagem da madeira nas serrarias do município de Sinop, Mato Grosso. *Ciência da Madeira*, 2(1): 53-63.
- Baraúna EEP et al. (2009). Umidade de equilíbrio da madeira de angelim vermelho (*Dinizia excelsa Ducke*), guariúba (*Clarisia racemosa Ruiz & Pav.*) e tauari vermelho (*Cariniana micrantha Ducke*) em diferentes condições de temperatura e umidade relativa. *Acta Amazonica*, 39(1): 91-96.
- Batista DC et al. (2013) Desempenho de uma Serraria com Base na Eficiência e na Amostragem do Trabalho. *Floresta e Ambiente*, 20(2): 271-280.
- Batista DC et al. (2015a). Qualidade da secagem convencional conjunta da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus sp.* *Ciência Florestal*, 25(3): 711-719.
- Batista DC et al. (2015b). Desempenho operacional de uma serraria de pequeno porte do município de Alegre, Espírito Santo, Brasil. *Revista Floresta*, 45(3): 487-496.
- Batista DC et al. (2016). Ensaio de taxa de secagem e escore de defeitos para a predição da qualidade da secagem convencional da madeira de *Eucalyptus sp.* – Parte 2. *Floresta e Ambiente*, 23(1): 135-141.
- Biasi CP et al. (2007). Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. *Revista Floresta*, 37(1).
- Bonato Junior AI et al. (2017). Efeito do Sistema de Desdobro e das Classes Diamétricas no Rendimento em Madeira Serrada de *Araucaria angustifolia*. *Floresta e Ambiente*, 24: 1-8.
- Borges WMS et al. (2015). Carvão Ativado de Resíduo de Madeira de Candeia: Produção, Caracterização e Avaliação do Potencial Adsorptivo. *Revista Virtual de Química*, 7(6): 1952-1967.
- BRASIL (2007). Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Série Agronegócios; Cadeia Produtiva de Madeira, volume 6. Brasília: IICA:MAPA/SPA. 84p.
- Braz RL et al. (2015). Curva característica de secagem da madeira de *Tectona grandis* e *Acacia mangium* ao ar livre. *Floresta e Ambiente*, 22(1): 117-123.
- Busatto LA et al. (2013). Uso de secador solar para secagem de *Pinus sp.* *Ciência da Madeira*, 4(2): 176-190.

- Cabreira, MP (2011). Classificação de resíduos de serraria e seu potencial de utilização. Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Pampa (Monografia); São Gabriel. 47p.
- Calil Junior, C. et al. (2003). Dimensionamento de elementos estruturais de madeira. Barueri: Manole. 152p.
- Calonego FW et al. (2005). Efeito do diâmetro de toras na magnitude das tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis*. Energia na Agricultura, 20(2): 53-65.
- Cerqueira PHA et al. (2012). Análise dos resíduos madeireiros gerados pelas serrarias do município de Eunápolis-BA. Floresta e Ambiente, 19(4): 506-510.
- Ducatti MA et al. (2001). Condições operacionais da secagem convencional em indústrias madeireiras no município de Tietê, SP. Scientia Forestalis, 59: 101-113.
- Dutra RIJP et al. (2005). Resíduos de indústria madeireira: caracterização, consequências sobre o meio ambiente e opções de uso. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, 5: 1-19.
- Eleotério JR (1996). Caracterização de peças de madeira produzidas em serraria visando o controle de qualidade. Ciência Florestal, 6(1): 89-99.
- Fagundes HAV (2003). Produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (Dissertação); Porto Alegre. 173p.
- Ferreira S et al. (2004). Influência de métodos de desdobro tangencial no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus spp.* Cene, 10(1): 1-12.
- Ferro FS et al. (2015). Influência da posição dos instrumentos de medida na determinação do módulo de elasticidade da madeira na compressão paralela às fibras (E_{C0})¹. Revista Árvore, 39(4): 743-749.
- Fontes, PJR (1994). Autossuficiência energética em serraria de *Pinus* e aproveitamento dos resíduos. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, (Dissertação); Curitiba. 153p.
- Galvão APM et al. (1985). Secagem racional da madeira. São Paulo: Nobel. 111p.
- Hoeflich VA (2006). Desenvolvimento florestal sustentável: requerimentos de uma sociedade. (Embrapa Florestas. Documentos, 138), Colombo: Embrapa Florestas. 38p.
- IBÁ (2020). Instituto Brasileiro De Árvores. Relatório anual 2020. São Paulo: IBÁ. 122p. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>>. Acesso em: 04/07/2021.
- Menezes WM et al. (2014). Modificação térmica nas propriedades físicas da madeira. Ciência Rural, 44(6): 1019-1024.
- Murara Junior MI et al. (2005). Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de desdobro. Revista Floresta, 35(3): 1-11.
- Murara Junior MI et al. (2013). Estimativa do rendimento em madeira serrada de pinus para duas metodologias de desdobro. Floresta e Ambiente, 20(4): 556-563.

- Novak, RS et al. (2009). Um sistema de otimização aplicado ao desdobro de madeira. In: Anais do XLI SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional; 2009; Porto Seguro, Porto Seguro: SBPO. p. 3030-3040. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2009/artigos/56055.pdf>>. Acesso em: 04/07/2021.
- Oliveira JTS et al. (2005). Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. *Revista Árvore*, 29(1): 115-127
- Perez PL et al. (2006). Mercado de madeira serrada. *Agroanalysis*, 26(8): 21-23.
- Petrauski SMFC et al. (2012). Competitividade do Brasil no mercado internacional de madeira serrada. *Cerne*, 18(1): 99-104.
- Polzl WB et al. (2003). Cadeia produtiva do processamento mecânico da Madeira – Segmento da madeira serrada no Estado do Paraná. *Revista Floresta*, 33(2): 127-134.
- Rezende RN et al. (2015). Efeito da vaporização na secagem de tábuas de *Eucalyptus grandis*. *Cerne*, 21(1): 37-43.
- Rocha JS (1994). A segurança de estruturas de madeira determinada a partir da variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras amazônicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Dissertação), Piracicaba. 160p.
- Rosso S (2006). Qualidade da madeira de três espécies de eucalipto resultantes da combinação dos métodos de secagem ao ar livre e convencional. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Floresta, Universidade Federal de Santa Maria (Dissertação), Santa Maria. 91p.
- Salvador FM (2013). Desempenho operacional de uma serraria na Microrregião Polo Linhares, Espírito Santo. Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (Monografia). Jerônimo Monteiro. 39p.
- Santos RC et al. (2008). Aproveitamento de resíduos da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*) para produção de painéis cimento-madeira. *Cerne*, 14(3): 241-250.
- Santos GRV (2002). Otimização da secagem da madeira de *Eucalyptus grandis* [Hill. Ex Maiden]. Programa de Pós-Graduação Ciências Florestais, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", (Dissertação), Piracicaba. 81p.
- Santos SRCA (2012). Histórico e evolução dos equipamentos de secagem de madeira para uso estrutural. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, (Dissertação), Campinas. 132p.
- Silva JC et al. (2003). Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. *Revista Árvore*, 27(2): 233-239.
- Susin F et al. (2014). Taxa de Secagem e Qualidade da Madeira Serrada de *Hovenia dulcis* Submetida a Dois Métodos de Secagem. *Floresta e Ambiente*, 21(2): 243-250.

- Valério AF et al. (2007). Quantificação de resíduos e rendimento no desdobro de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. Revista Floresta, 37(3): 387-398.
- Valério AF et al. (2009). Modelagem para a estimativa do rendimento no desdobro de toras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Revista Floresta, 39(3): 619-628.
- Zen LR et al. (2019). Secagem ao ar livre da madeira serrada de eucalipto. Journal of Biotechnology and Biodiversity, 7(2): 291-298.
- Zen LR (2016). Métodos combinados para secagem da madeira de Eucalyptus: pré-secagem ao ar livre com secagem em estufa convencional. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná (Dissertação), Curitiba. 106p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

altura de plantas, 27, 29, 31, 32, 48
 aprendizagem, 65, 66, 70
 armazenamento, 41, 96, 97, 98, 99, 100, 101

B

biodiversidade, 78
 bioproductos, 122, 127

C

Cachaza, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128
 clima, 6, 7, 16, 26, 34, 43, 96, 110, 111
 coentro, 4, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
 correlación, 120, 122, 126, 127, 128
 curvas anamórficas, 7, 8

D

densidades, 4, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49
 desdobro, 56, 57, 58, 60, 61, 62
 desempenho, 4, 22, 43, 46, 47, 48, 49, 58, 66,
 67, 68, 70, 72, 76, 79, 110, 111, 114, 117
Desmodium, 4, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87,
 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94
 deterioração, 96, 98, 99

E

efeito misto, 16
 envelhecimento acelerado, 33, 35, 38, 39, 40
Eruca sativa M., 42

F

fORAGEIRAS, 79, 80, 87, 88, 90, 92, 93, 94

G

germinação, 4, 33, 35, 36, 38, 39, 44, 96, 97, 98,
 99, 100, 101, 105, 113, 117

H

habichuela, 4, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126,
 127, 128, 129
 HERBAM, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 90, 91, 94
Hesperozygis ringens, 4, 96, 97, 100, 101
 hidroponia, 42, 43, 44, 48

I

índice de sítio, 7, 8, 10, 14
 Intensidade Amostral, 70, 72
 irrigação, 4, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117,
 118

L

Lecanicillium muscarium, 107
 leguminosas, 78, 79, 90, 92, 93, 94, 103, 119

M

magnetismo, 117
 maquinário, 56
Metarhizium, 105, 107
 micoparasitismo, 4, 102, 104
 modelo hipsométrico, 64, 69, 71, 72, 76
 modelos de dupla entrada, 15, 17, 22
 modelos de simples entrada, 15, 17, 20, 22
 mudas, 4, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 44, 50, 51,
 117, 118

N

nitrogênio, 33, 34, 41, 79, 80, 91, 111

P

plantios florestais, 53
 potássio, 35, 42, 50, 110, 111, 113, 116
 produtos de madeira, 53

R

regressão, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 34, 36,
 40, 64, 77
 regressão quantílica, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
 rendimento, 40, 56, 57, 58, 60, 62, 111

S

Simplicillium lanosoniveum, 105, 107, 109
 soja, 4, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 101, 102,
 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111,
 113, 114, 115, 116, 117, 118
 superdimensionamento da arquitetura da rede,
 67

T

tecnologia, 40, 58, 100

tetrazólio, 33, 35, 36, 38, 39



Trichoderma asperellum, 105, 107, 109

U

ureia, 34

SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 158 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 59 organizações de e-books, 33 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 62 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 40 organizações de e-books, 25 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

