

**FABÍOLA MARTINS DELATORRE
ALLANA KATIUSSYA SILVA PEREIRA
JORDÃO CABRAL MOULIN
JOSINALDO DE OLIVEIRA DIAS
REJANE COSTA ALVES**



III SAEIM

**ANAIIS DA III SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL
MADEIREIRA DA UFES
TECNOLOGIA, CIÊNCIAS E INOVAÇÃO: ASPECTOS DO SETOR
FLORESTAL E MADEIREIRO**

Universidade Federal do Espírito Santo | Ufes

Reitor

Paulo Sérgio de Paula Vargas

Vice-Reitor

Roney Pignaton da Silva

Pró-Reitora de Administração (Proad)

Teresa Cristina Janes Carneiro

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis e Cidadania (Proaeci)

Gustavo Henrique de Araújo Forde

Pró-Reitora de Extensão (ProEx)

Renato Rodrigues Neto

Pró-Reitor de Gestão de Pessoas (Progep)

Josiana Binda

Pró-Reitor de Graduação (ProGrad)

Cláudia Maria Mendes Gontijo

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG)

Valdemar Lacerda Jr.

Pró-Reitor de Planejamento e Desenvolvimento Institucional (Proplan)

Rogério Naques Faleiros

Centro de Ciências Agrárias e Engenharias | CCAE

Diretor do Centro: Louisiane de Carvalho Nunes

Vice-diretor do Centro: Giovanni de Oliveira Garcia

Departamento de Ciências Florestais e da Madeira | DCFM

Chefe do Departamento: Djeison Cesar Batista

Subchefe do Departamento: Adriano Ribeiro de Mendonça

Colegiado do Curso de Engenharia Industrial Madeireira

Coordenador do Colegiado: Jordão Cabral Moulin

Subcoordenador do Colegiado: Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho

Programa de Pós-Graduação Ciências Florestais | PPGCFL

Coordenador do Programa: Henrique Machado Dias

Subcoordenador do Programa: Michel Picanço Oliveira

© de Fabíola Martins Delatorre, Allana Katiussya Silva Pereira, Jordão Cabral Moulin, Josinaldo de Oliveira Dias e Rejane Costa Alves.

Anais da III Semana Acadêmica em Engenharia Industrial Madeireira – Tecnologia, Ciências e Inovação: aspectos do setor florestal e madeireiro.

Capa, criação da identidade visual e diagramação: Rick Pouls (E-mail: ricpouls@gmail.com, Instagram: @rickpouls)

Todos os direitos reservados.

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte. A violação dos direitos autorais (Lei no 9.610/98) é crime (art. 184 do Código Penal). Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Decreto nº1.825, de 20/12/1907.

1a. edição: 2022.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

III Semana Acadêmica de Engenharia Industrial
Madeireira da UFES (11. : 12. : 2022 : Alegre, ES)
Anais da III Semana Acadêmica de Engenharia
Industrial Madeireira da UFES [livro eletrônico] :
tecnologia, ciência e inovação: aspectos do setor
florestal e madeireiro / organização Fabíola Martins
Delatorre...[et al.] ; coordenação Rejane Costa
Alves. -- 1. ed. -- Alegre, ES : Ed. dos Autores,
2022.

PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Allana Katiussya Silva
Pereira, Jordão Cabral Moulin, Josinaldo de Oliveira
Dias, Rejane Costa Alves.

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-60180-0

1. Engenharia - Congressos - Brasil
2. Engenharia florestal 3. Engenharia industrial
4. Inovação tecnológica 5. Trabalhos científicos -
Coletâneas I. Delatorre, Fabíola Martins. II. Alves,
Rejane Costa. III. Título.

23-141365

CDD-620.0042

Índices para catálogo sistemático:

1. Engenharia : Pesquisa : Projetos : Inovação
tecnológica 620.0042

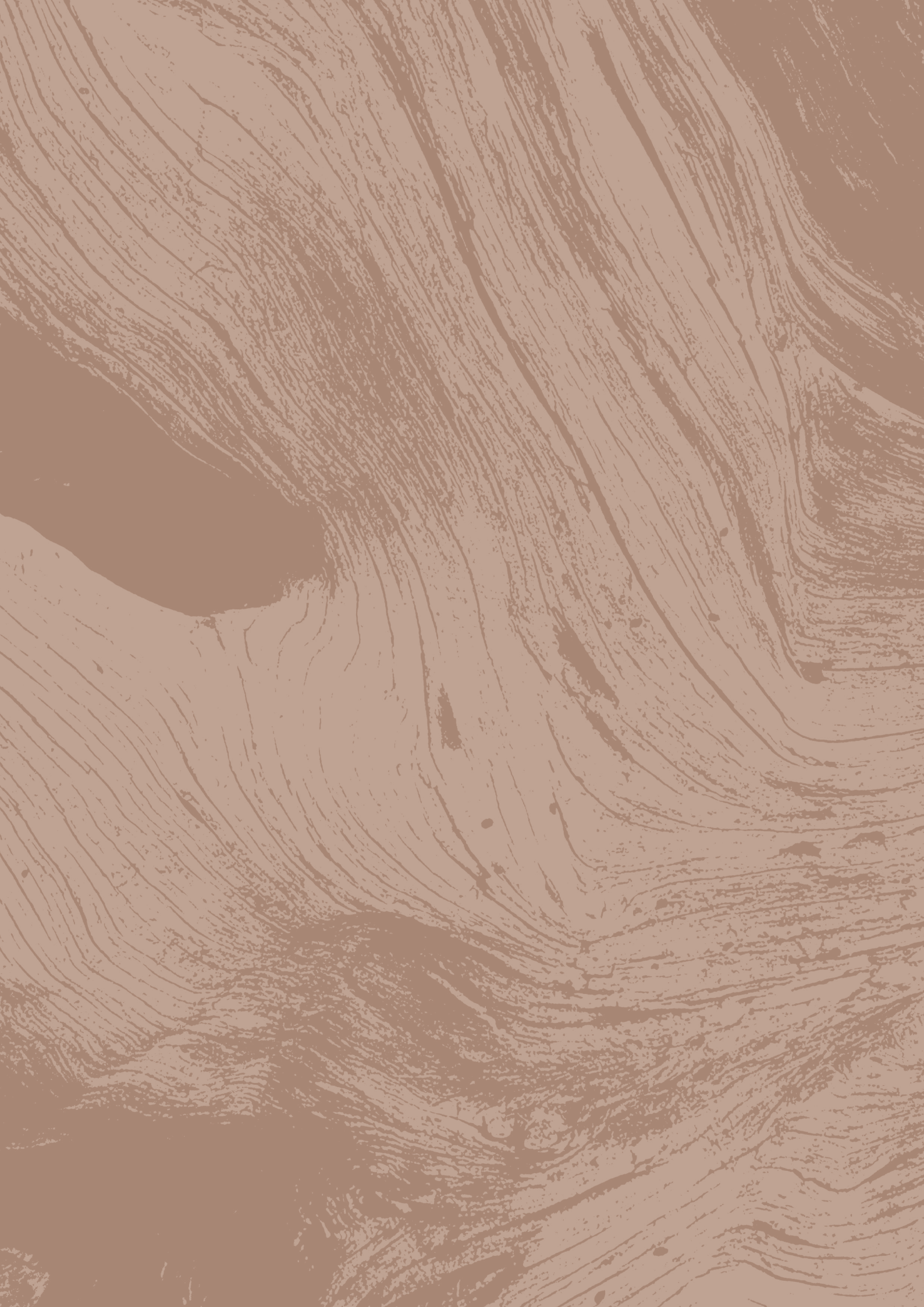
Henrique Ribeiro Soares - Bibliotecário - CRB-8/9314

**FABÍOLA MARTINS DELATORRE
ALLANA KATIUSSYA SILVA PEREIRA
JORDÃO CABRAL MOULIN
JOSINALDO DE OLIVEIRA DIAS
REJANE COSTA ALVES**



III SAEIM

**ANAIS DA III SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL
MADEIREIRA DA UFES
TECNOLOGIA, CIÊNCIAS E INOVAÇÃO: ASPECTOS DO SETOR
FLORESTAL E MADEIREIRO**



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DO LIVRO	13
AGRADECIMENTOS	15
O CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA	17
O EVENTO	21
PROGRAMAÇÃO DO EVENTO	23

PARTE I – TRABALHOS ACADÊMICOS – RESUMOS SIMPLES

Capítulo I	27
AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DA MADEIRA DE <i>Eucalyptus spp.</i> SUBMETIDA AO PROCESSAMENTO MECÂNICO SECUNDÁRIO Miquéias de Souza Reis, Djeison Cesar Batista	
Capítulo II	28
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMÉTRICA DE SEMENTES DE <i>Hymenea courbaril</i> (FABACEAE) Hudson Eduardo Moreira Maia, Jéssica Terra Soares, Cristiane Coelho de Moura	
Capítulo III	29
COMBUSTÃO ESPONTÂNEA DO CARVÃO VEGETAL, É POSSIVEL? Tayná Rebonato Oliveira, Marina Passos de Souza, Alison Moreira da Silva, Alfredo José dos Santos Júnior, Fabíola Martins Delatorre, Ananias Francisco Dias Júnior	
Capítulo IV	30
CORRELAÇÃO DA GRÃ DA MADEIRA JOVEM DE <i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Spag. COM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO Emilly Soares Gomes da Silva, Fabricio Gomes Gonçalves, João Gabriel Missia da Silva, José Paulo Costa Mendonça, Izabella Luzia Silva Chaves, Glauceide Ferreira	

Capítulo V	31
DETERMINAÇÃO DA ADERÊNCIA DE PRODUTOS EM ACABAMENTO SUPERFICIAL DE MADEIRAS	
Rafaella Dias Ramos, Breno Santana Sena, Gilmar Correia Silva	
Capítulo VI	32
DETERMINAÇÃO DE VIABILIDADE DE SEMENTES DE <i>Hymenaea courbaril</i> L. (FABACEAE)	
Hudson Eduardo Moreira Maia, Jéssica Terra Soares, Cristiane Coelho Moura	
Capítulo VII	33
ESFORÇOS DE CORTE ORTOGONAL 90-0 NA USINAGEM DE TRÊS ESPÉCIES DE MADEIRA DE EUCALIPTO	
Miquéias de Souza Reis, Djeison Cesar Batista	
Capítulo VIII	34
GEOPROCESSAMENTO APLICADO NO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E PREDIÇÃO DA COLHEITA FLORESTAL	
Fernanda Aparecida Nazário de carvalho, Juliana Fernandes da Silva, Marcilene Soares do Nascimento, Jonathan da Rocha Miranda, Tamíres Partélli Correa	
Capítulo IX	35
MAPEAMENTO DE PASTAGENS DEGRADADAS E SEU POTENCIAL USO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIO FLORESTA (ILPF) PARA MICRORREGIÃO DE UBERLÂNDIA-MG	
Juliana Fernandes da Silva, Marcilene Soares do Nascimento, Fernanda Aparecida Nazário de Carvalho, Jonathan da Rocha Miranda, Tamíres Partélli Correa	
Capítulo X	36
PROCESSAMENTO DE FOTOGRAFIAS DE SMARTPHONE PARA MEDIÇÕES DENDOMÉTRICAS EM PILHAS DE MADEIRA	
Marcilene Soares do Nascimento, Juliana Fernandes da Silva, Fernanda Aparecida Nazário de carvalho, Jonathan da Rocha Miranda, Tamíres Partélli Correa	
Capítulo XI	37
RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE <i>Pinus taeda</i> PARA DUAS METODOLOGIAS DE DESDOBRO	
Miquéias de Souza Reis, Djeison Cesar Batista	

Capítulo XII	38
RESISTÊNCIA MECÂNICA DE FILAMENTOS DE MICROFIBRILAS DE CELULOSE COM GOMA GUAR	
Jair Rogério Colares Neto, Pedro Ygor Correia, Douglas de Oliveira Reboredo Filho, Fernando da Silva Alves, Michel Picanço de Oliveira, Jordão Cabral Moulin	
Capítulo XIII	39
VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DE <i>Eucalyptus urophylla</i> E <i>Corymbia citriodora</i> CULTIVADAS EM SISTEMA DE TALHADIA	
Rafaella Dias Ramos, Fabrícia Louyse Santos Sousa, Gilmar Correia Silva	

PARTE II – TRABALHOS ACADÊMICOS – RESUMOS EXPANDIDOS

Capítulo I	43
ANATOMIA DA MADEIRA DE <i>Eucalyptus grandis</i> X <i>Eucalyptus camaldulensis</i> PROVENIENTE DO CRESCIMENTO DE TALHADIA	
Tatiana de Fátima Martins Pires, Nauan Ribeiro Marques Cirilo, Graziela Baptista Vidaurre, Jordão Cabral Moulin	
Capítulo II	52
ANÁLISE COMPARATIVA DE CERNE E CASCA DE DIFERENTES FUSTES DE <i>Eucalyptus grandis</i> EM SISTEMA DE TALHADIA	
Gustavo Jaske da Conceição, Mariana Oliveira Tiburcio, Nauan Ribeiro Marques Cirilo, Vaniele Bento dos Santos, Graziela Vidaurre Dambroz, Alexandre de Vicente Ferraz	
Capítulo III	59
CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE TRÊS ESPÉCIES DO BIOMA CAATINGA	
Lorrainy de Jesus Oliveira, Letícia Aramuni Alberto Ribeiro, Stéffany de Lima Araujo, Rejane Costa Alves, Alan Caue de Holanda	
Capítulo IV	67
DESENVOLVIMENTO DE UM APARELHO PARA CAPTURAR FORMALDEÍDO ATMOSFÉRICO EM MANTA DE ALGODÃO	
Félix Queiroz de Jesus, Emilly Soares Gomes da Silva, Humberto Fantuzzi Neto, Fabricio Gomes Gonçalves	

Capítulo V	73
FIOS DE MICROFIBRILAS DE CELULOSE EM MATRIZ DE ALGINATO: IMPACTO DAS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DA MATRIZ NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS	
Lucas Braga Mulin, Emanuel Bizareli de Moraes, Rômulo Dassie Pacheco, Michel Picanço Oliveira, Jordão Cabral Moulin	
Capítulo VI	81
IMPACTO DO PRÉ-TRATAMENTO DE FOSFORILAÇÃO NA OPACIDADE E ESTABILIDADE DAS NANOFIBRILAS DE CELULOSE	
Lucas Braga Mulin, Caio Cesar Nemer Martins, Matheus Cordazzo Dias, Michel Picanço Oliveira, Gustavo Henrique Denzin Tonoli, Jordão Cabral Moulin	
Capítulo VII	89
INFLUÊNCIA DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE CLONES DE EUCALIPTO NA GRANULOMETRIA DOS CAVACOS	
Stéffany de Lima Araujo, Danila Estevam Alves da Cruz, Lorrainy de Jesus Oliveira, Letícia Aramuni Alberto Ribeiro, Bruno Sangali Arantes, Rejane Costa Alves	
Capítulo VIII	97
MAPEAMENTO ORIGEM-DESTINO DA ATIVIDADE DE LOGÍSTICA FLORESTAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	
Lara Ferreira Alves, Josinaldo de Oliveira Dias	
Capítulo IX	103
POTENCIAL ENERGÉTICO DE BLENDS DE ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA CONFECCÃO DE PELLETES AROMÁTICOS	
Marina Passos de Souza, Tayná Rebonato Oliveira, Alfredo José dos Santos Júnior, Gabriela Fontes Mayrinck Cupertino, João Marcelo Ribeiro Macedo, Ananias Francisco Dias Júnior	
Capítulo X	111
PRODUÇÃO DE PEQUENO ARTEFATO DE MADEIRA PORTA-CANETAS A PARTIR DE RESÍDUOS PROVENIENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Mariana Figueira Machado, Érika da Silva Ferreira, Nathalia Farias Gomes, Amanda Freitas Correa	

Capítulo XI	119
RESÍDUOS DAS INDÚSTRIAS CARVOEIRAS COMO SUBSÍDIO À PRODUÇÃO DE BIOCAMPÓSITOS	
Bruna da Silva Cruz, Fabíola Martins Delatorre, Allana Katiussya Silva Pereira, Michel Picanço Oliveira, Josinaldo de Oliveira Dias, Ananias Francisco Dias Junior	
Capítulo XII	127
RETRATIBILIDADE DA MADEIRA DE <i>Pinus taeda</i> SUBMETIDA À SECAGEM EM DIFERENTES POTÊNCIAS DE MICRO-ONDAS	
Felipe dos Santos Cardoso, Camila Nascimento Moreira Alves, Leonardo da Silva Oliveira	
Capítulo XIII	133
VARIAÇÃO BASE-TOPO DA DENSIDADE BÁSICA NA MADEIRA DE CLONES DE EUCALIPTO	
Vaniele Bento dos Santos, Gustavo Jaske da Conceição, Paola Delatorre Rodrigues, Nauan Ribeiro Marque Cirilo, Maria Fernanda Vieira Rocha, Graziela Baptista Vidaurre	



APRESENTAÇÃO DO LIVRO

Este livro é resultado do evento científico “III Semana Acadêmica de Engenharia Industrial Madeireira (III SAEIM)” da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre.

O livro apresenta 26 trabalhos acadêmicos no total agrupados em duas partes. A Parte I encontra-se os resumos simples e a Parte II os trabalhos expandidos.

O tema principal deste livro é “Tecnologia, Ciências e Inovação: aspectos do setor florestal e madeireiro”, e tem o objetivo de apresentar uma integração dos conhecimentos técnicos e acadêmicos, com a vivência e oportunidade do mercado produtivo madeireiro.



AGRADECIMENTOS

A publicação do livro intitulado “Anais da III Semana Acadêmica em Engenharia Industrial Madeireira – Tecnologia, Ciências e Inovação: aspectos do setor florestal e madeireiro” foi possível em decorrência da parceria dos autores na escrita dos trabalhos enviados ao evento. Além dos revisores que corrigiram os mesmos para a garantia da qualidade e com objetivo de difundir o conhecimento produzido durante o evento.

Agradecemos aos integrantes da comissão organizadora pelo apoio, comprometimento e dedicação em conduzir a terceira edição desse evento.

Aos revisores dos trabalhos científicos pela dedicação na correção e validação da qualidade dos trabalhos publicados neste livro.

À Prograd pelo apoio ao evento por meio do Projeto de tutoria entre Pares: apoio, acompanhamento, e orientação à vida acadêmica de discentes do curso de Engenharia Industrial Madeireira.

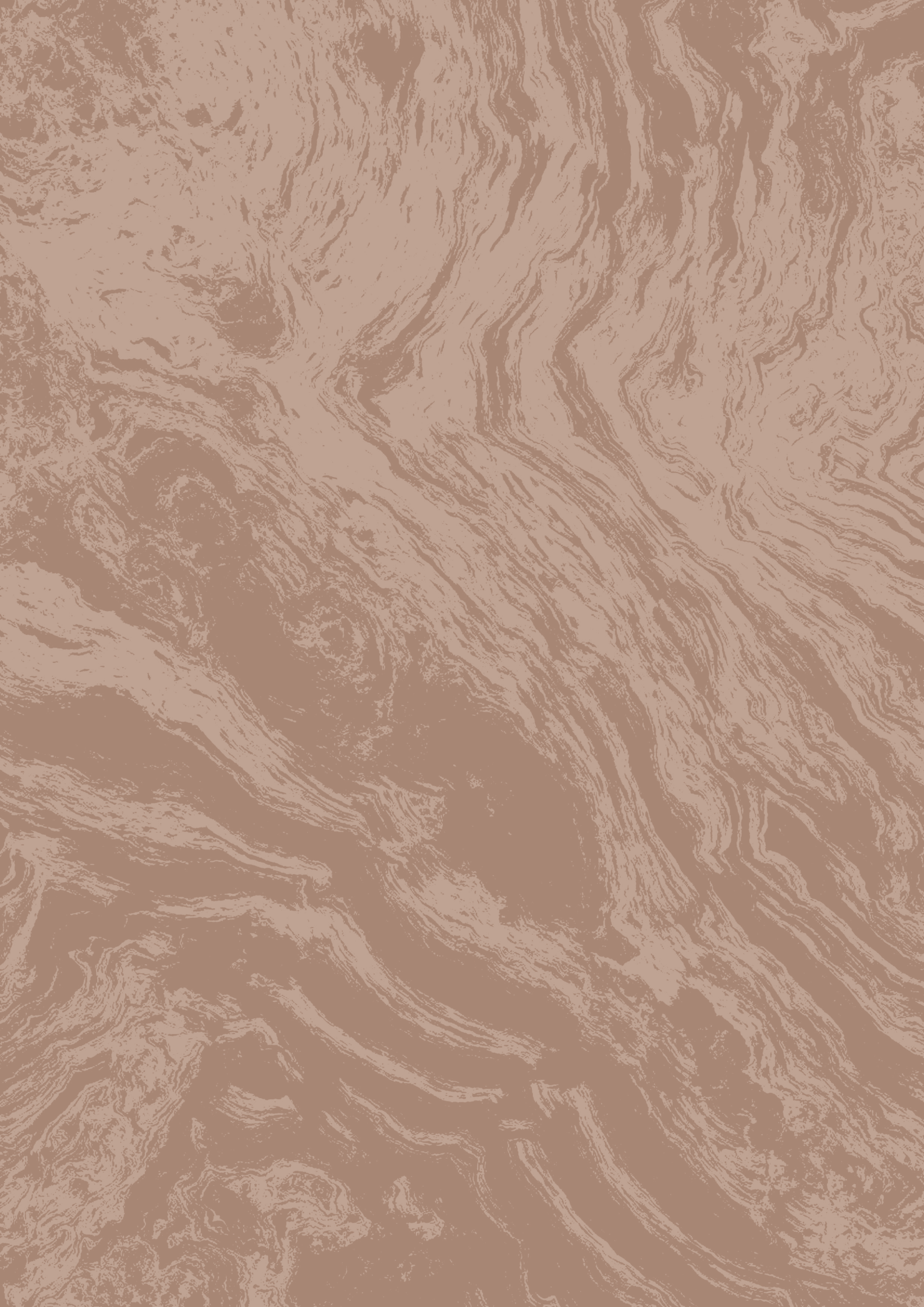
À Pós-graduação em Ciências Florestais pelo apoio e contribuição durante o evento.

Ao CREA-ES pelo apoio financeiro com contribuição por parte das diárias dos palestrantes

À FAPES pelo apoio firmado por meio do projeto aprovado no edital 05/2022.

À Universidade Federal do Espírito Santo por todo suporte para a ocorrência do evento, em especial ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira por todo comprometimento aos professores e funcionários por agregar conhecimentos e experiências ao evento.

Por fim, agradecemos a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização do III SAEIM.



O CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

O Engenheiro Industrial Madeireiro é um profissional capaz de atuar no mercado de trabalho diversificado, e para isso deverá primeiramente, ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica; estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora; ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formulando e analisando questões e resolvendo, de forma criativa, problemas de Engenharia; adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática; considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho; atuar com isenção e comprometido com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável.

O curso de Engenharia Industrial Madeireira foi criado no Brasil em 1998, na Universidade Federal do Paraná (UFPR) e na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) teve sua primeira turma iniciada em 2006. O curso foi pensado para suprir uma demanda de profissionais em nível nacional para atuarem principalmente, mas não exclusivamente, nas indústrias madeireiras, em processos de conversão da madeira e derivados nos mais diversos produtos. Visto que a indústria madeireira se destaca por ser um segmento de grande representatividade na economia brasileira e capixaba, influenciando a geração de renda, empregos, e preservação ambiental. Essa demanda era suprida por engenheiros florestais, de produção, mecânico e civil.

O Engenheiro Florestal possui atribuição para atuar nas indústrias madeireiras, possuem conhecimento suficiente da madeira como material, mas possui um déficit na sua formação industrial por causa da sua origem histórica grandemente relacionada com as Ciências Agrárias. Os profissionais da Engenharia de Produção ou Engenharia Mecânica, por outro lado, possuem atribuições para atuar na indústria de forma geral, com destaque para a indústria metalúrgica nos casos dos Engenheiros Mecânicos, porém não possuem conhecimento da madeira como material. Assim, a disponibilidade desse profissional se

tornou uma das maiores inovações da indústria madeireira do Brasil na virada do século XX para o século XXI.

Apesar da alta taxa de desemprego no País em 2019 (11,9%), o setor de base florestal continua com seus planos de investimento, com cerca de R\$ 20 bilhões aplicados apenas em expansão nos últimos anos e com outros R\$ 35,5 bilhões previstos até 2023 em novas unidades e ampliações, o que resulta em geração de empregos e oportunidades (IBÁ, 2020).

O Estado do Espírito Santo possui localização estratégica para a criação do curso de Engenharia Industrial Madeireira. Sendo um estado limítrofe com Minas Gerais e Bahia, que possuem respectivamente a primeira e a sexta maiores áreas de florestas plantadas do Brasil. Também merece destaque a proximidade com o Rio de Janeiro, que é um estado com pequeno desenvolvimento florestal e industrial madeireiro, mas que possui um grande mercado consumidor desses produtos. Dessa forma, o Espírito Santo possui potencial de expansão para a indústria madeireira e com isso o curso de Engenharia Industrial Madeireira faz-se cada vez mais importante e promissor para o mercado capixaba e nacional.

Com base nos dados expostos, apesar do curso de graduação estar no Interior do Estado, pode ser considerado como localização estratégica importante para sua consolidação, tendo em vista que, atualmente, o estado do Espírito Santo conta com alguns segmentos industriais madeireiros consolidados: indústrias de processamento primário de madeira (serrarias), indústrias de processamento secundário de madeira sólida (marcenarias), indústrias de preservação de madeira, indústrias moveleiras, indústria de celulose, indústria de produção de papel e indústria de painéis reconstituídos de madeira. Para diminuir a distância da Universidade com as empresas expostas, esta III Semana Acadêmica da Engenharia Industrial Madeireira se faz importante.

Como dito anteriormente, a cidade de Jerônimo Monteiro faz parte da Microrregião Administrativa Polo Cachoeiro, e a cidade de Cachoeiro do Itapemirim (42 km de distância) que abriga uma nova unidade de conversão de tissue (papel sanitário), gerando

em torno de 200 empregos diretos e indiretos, além de fomentar a cadeia de fornecedores. Essa empresa conta com duas fábricas distribuídas no Estado do Espírito Santo e são responsáveis por contratar Engenheiros Industriais Madeireiros em sua linha de produção. Além de o Espírito Santo possuir 389 unidades produtoras de móveis, e 12,6% delas estão localizados no polo de Linhares, o que demonstra a pulverização das unidades produtoras no Estado. Essas unidades produtoras de móveis do estado são responsáveis por gerar cerca de 5,3 mil postos de trabalho, os quais produziram R\$1,5 bilhões em 2019 (ABIMÓVEL, 2020).

Ainda no Estado do Espírito Santo está sediada a empresa Placas do Brasil, especialista na produção e comercialização de painéis de MDF oriundos de florestas de eucalipto. Localizada no município de Pinheiros (460 km de distância), norte do estado do Espírito Santo, e é responsável pela produção de 30.000 m³/mês de painéis de MDF naturais e 12.000 m³/mês de painéis de MDF revestidos (site Placas do Brasil, 2021).

REFERÊNCIAS:

ABIMÓVEL, Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário. Os grandes números do setor moveleiro. 2020. Disponível em: <http://abimovel.com/capa/dados-do-setor>. Acesso em 07 dezembro, 2022.

IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. Relatório anual IBÁ 2020. São Paulo. 2020. 66 p. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>

Placas do Brasil. A empresa. 2021. Disponível em: <https://placasdobrasil.com.br/quem-somos/>. Acesso em 07 dezembro. 2022.

Suzano. Relatório Suzano 2019. Disponível em: <https://www.suzano.com.br/r2019/>. Acesso em 07 dezembro, 2022.

O EVENTO

A III SAEIM foi promovida pelo colegiado do curso de Engenharia Industrial Madeireira e dos alunos de Graduação e da Pós-Graduação em Ciências Florestais da Ufes, do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM/UFES), nos dias 30 de novembro de 2022 a 02 de dezembro de 2022.

Apresentando o tema principal “Tecnologia, Ciências e Inovação: aspectos do setor florestal e madeireiro”, o objetivo da III SAEIM foi proporcionar aos participantes a integração dos conhecimentos técnicos e acadêmicos, com a vivência e oportunidade do mercado produtivo madeireiro. Egressos do curso, pesquisadores, professores de outras Universidades e a comunidade de Jerônimo Monteiro estavam presentes enriquecendo o evento. Composto por palestras, minicursos, debates, apresentação de trabalhos e mesas redondas, o evento permitiu, além da troca de conhecimento entre os participantes, a divulgação do curso de Engenharia Industrial Madeireira.

A III SAEIM atingiu 170 participantes, dentre eles discentes dos cursos de Engenharia Industrial Madeireira e Engenharia Florestal matriculados na UFES e demais instituições do Brasil, estudantes do ensino médio, profissionais, empresas, técnicos, professores e órgãos públicos. Assim, o evento estreitou o elo entre a Universidade e as empresas do mercado madeireiro e fortaleceu o elo entre a Universidade e as escolas do ensino médio do Estado do Espírito Santo, promovendo a divulgação do curso para toda a comunidade local.

COORDENAÇÃO GERAL

Alana Katiussya Silva Pereira

Fabíola Martins Delatorre

Jordão Cabral Moulin

Josinaldo de Oliveira Dias

Rejane Costa Alves

COMISSÃO ORGANIZADORA

Adriana Cecília Fabres de Souza

Alana Katiussya Silva Pereira

Álvaro José de Andrade Freitas

Cleyton Machado Prata Filho

Fabíola Martins Delatorre

Giovana Matias Santos

Jordão Cabral Moulin

Josinaldo de Oliveira Dias

Miquéias de Souza Reis

Náthali dos Santos Alves

Rejane Costa Alves

Rômulo Dassie Pacheco

Stéffany de Lima Araujo

Thierry Colares Firmino

REVISORES DA SESSÃO CIENTÍFICA

Allana Katiussya Silva Pereira

Jordão Cabral Moulin

Josinaldo de Oliveira Dias

Rejane Costa Alves

APOIO

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (FAPES)

Conselhos Regionais de Engenharias e Agronomia do Espírito Santo (CREA/ES)

Laboratório de Energia da Biomassa Florestal (LEB)

Pró-reitoria de Graduação da Universidade Federal do Espírito Santo (PROGRAD/UFES)

COLABORADORES

E2E CHILE

Suzano

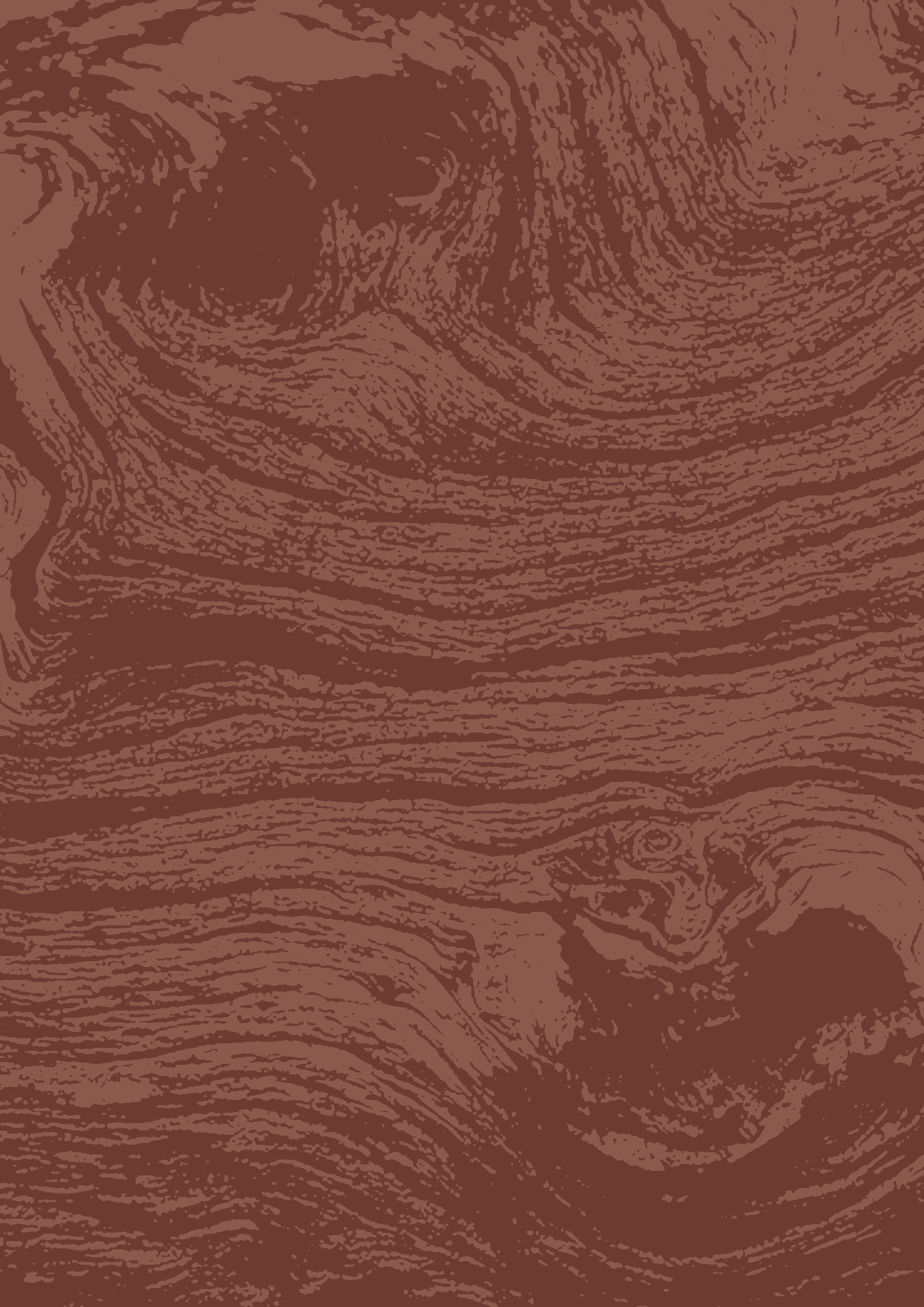
Klabin

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

PROGRAMAÇÃO DO EVENTO

30 DE NOVEMBRO DE 2022	
9h	Palestra: Abertura do Evento e breve apresentação do curso de Engenharia Industrial Madeireira.
9h30	Oportunidades e Desafios do curso pioneiro de Eng. Industrial Madeireira (UFPR) no País: Ênfase para os egressos no mercado de trabalho. Palestrante: Prof. Dr. Umberto Klock
11h	Almoço
13h	Oportunidades e Desafios da Fábrica Suzano no Estado do Espírito Santo. Palestrante: Lairó David Feuchard – Empresa Suzano.
14h	Qualidade de papel Tissue para produção de papel higiênico. Palestrante: Cynthia Pereira dos Santos – Empresa Suzano.
15h	Tendências para projetos de madeira e novas tecnologias. Palestrante: Rafael Andrade Souza- Empresa E2E CHILE
Após 16h	Apresentação de Resumo Simples/Resumo Expandido/ PIBIC/TCC (desenvolvidos no DCFM)
01 E 02 DE DEZEMBRO DE 2022	
8h as 17h	MINICURSO 1: Identificação de madeira (Prof. Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca - UFRRJ)
8h as 17h	MINICURSO 2: Capacitação para uso de drones (Ricardo Pinheiro Cabral e Nivea Maria Mafra Rodrigues – UFES)
01 DE DEZEMBRO DE 2022	
8h as 17h	MINICURSO 3- Aplicação da técnica de densitometria de raios-X em painéis e elementos laminados – (Prof. Dr. Fabrício Gomes Gonçalves – UFES)
8h as 17h	MINICURSO 4: Tendência para projetos em madeira e novas tecnologias. (Rafael Andrade Souza - E2E CHILE)
02 DE DEZEMBRO DE 2022	
8h as 12h	MINICURSO 5: Gestão industrial em celulose e papel: pessoas e processos (Lucas Recla Lombardi - Klabin)





PARTE I

RESUMOS SIMPLES

CAPÍTULO
TULO IAVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DA
MADEIRA DE *EUCALYPTUS* SPP. SUBMETIDA AO
PROCESSAMENTO MECÂNICO SECUNDÁRIO

Miquéias de Souza Reis^{1*}, Djeison Cesar Batista¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
*autor correspondente: miqueiasreis.ufes@gmail.com

Resumo: O uso da madeira das espécies de eucalipto para a indústria de produtos sólidos tem sido alvo de muitos estudos na atualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de superfície usinada das espécies de *Eucalyptus dunnii*, *E. grandis* e *E. urophylla* fresadas em sete velocidades de avanço. A usinagem dos materiais ocorreu por meio de uma tupia de eixo vertical, no sentido discordante, em sete velocidades de avanço distintas (3, 4, 6, 8, 11, 15 e 22 m.min⁻¹). A tupia foi regulada com ângulo de ataque $\gamma_f = 30^\circ$ e ângulo livre $\alpha_f = 10^\circ$, e com dispositivo de avanço mecânico. A avaliação da qualidade de superfície usinada partiu do contato mecânico de um rugosímetro da marca Taylor Hobson (Surtronic 3⁺), obtendo com principal parâmetro o R_a (μm). Os resultados da aplicação das 7 velocidades de avanço, a menor média geral de R_a foi da madeira do *E. urophylla* (2,14 μm), indicando melhor qualidade de superfície usinada e maior densidade básica (0,69 g.cm⁻³). Por outro lado, a qualidade da superfície usinada teve influência da densidade, devido à disposição das fibras em grã reversa das espécies de *Eucalyptus* spp. Isso interferiu no processo de usinagem; dessa forma, afetando a qualidade da superfície usinada. Contudo, analisando as três espécies de *Eucalyptus*, notou-se que a rugosidade superficial depende dos parâmetros de velocidade da máquina e do alimentador mecânico, concluindo-se que o aumento do avanço por dente e com velocidades de avanço da peça intermediárias, é possível alcançar boa qualidade de superfície.

Palavras-chave: Eucalipto; Qualidade; Tupia; Velocidade

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOMÉTRICA DE SEMENTES DE *HYMENEAE COURBARIL* (FABACEAE)

Hudson Eduardo Moreira Maia^{1*}, Jéssica Terra Soares¹, Cristiane Coelho de Moura¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo UFES, Brasil
*autor correspondente: hudson.maia@edu.ufes.br

Resumo: A *Hymenea courbaril* L. também conhecida como jatobá, é uma espécie nativa com ampla distribuição geográfica. Possui grande importância econômica e cultural para a Silvicultura de nativas atrelada à restauração da Mata Atlântica, para medicina popular e produção de alimentos regional. O objetivo deste estudo foi realizar a caracterização morfológica e a caracterização biométrica a fim de fomentar o conhecimento sobre a espécie, e em particular sobre suas sementes. Frutos maduros da espécie foram coletados na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira – UFES, Jerônimo Monteiro, ES, beneficiados e suas sementes armazenadas em local refrigerado (*i. e.*, temperatura $5 \pm 2^\circ\text{C}$). As observações morfológicas e mensuração biométrica foram realizadas mediante uma amostragem aleatória de 100 sementes realizando descrições associadas às estruturas externas, tais como forma da semente e de sua borda, coloração, textura e consistência do tegumento. O peso de mil sementes foi determinado segundo as recomendações das Regras para Análise de Sementes. Para avaliar os dados biométricos, realizou-se a mensuração (comprimento, largura e espessura) em que as variáveis foram expostas em milímetros, determinadas com auxílio de um paquímetro universal com precisão de 0,001 mm. Sementes de *H. courbaril* são ovoides, glabras, de cor vermelho-escuro envolvidas por um mesocarpo amarelo - pálido, e de aspecto furfuráceo. Apresentaram um comprimento médio de $20,5 \pm 1,77$ mm, largura média de $12 \pm 4,11$ mm, e espessura média de $8,5 \pm 1,37$ mm, em que 1000 sementes equivalem a 1,354 kg.

Palavras Chaves: Jatobá; Sementes Florestais; Silvicultura de Nativas; Variabilidade genética.

CAPÍTULO
TULO IIICOMBUSTÃO ESPONTÂNEA DO CARVÃO VEGETAL, É
POSSÍVEL?

Tayná Rebonato Oliveira^{1}, Marina Passos de Souza¹, Alison Moreira da Silva², Alfredo José dos Santos Júnior², Fabíola Martins Delatorre¹, Ananias Francisco Dias Júnior¹*

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

² Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Brasil

*autor correspondente: taynarebonato1@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho é investigar a ocorrência de combustão espontânea do carvão vegetal. A madeira foi pirolisada sob temperatura de 350°C e 650 °C. Foi realizada análise química imediata. Para a análise de ignição do carvão vegetal, o material foi peneirado, utilizando-se aquele retido entre as peneiras de 40 e 60 mesh. As amostras foram alocadas em recipientes de porcelana e levado a forno tipo mufla. O teste consistiu em expor as amostras ao calor da mufla, em diferentes períodos, preocupando-se com o aumento gradual da temperatura da amostra, e permanência, acompanhada pelo termovisor. Os resultados obtidos indicam maiores teores de carbono fixo em temperaturas mais elevadas de pirólise, encontrando-se valores 64,5% e 93%, respectivamente. Foram encontrados teores mais elevados de cinzas para a temperatura de 650°C. A análise de ignição do carvão vegetal indica que o material só consegue entrar em ignição em temperaturas bem próximas a qual foi produzida, desse forma, o material submetido a 260 °C não entrou em ignição em nenhum dos tratamentos. O material deve passar por condições de aquecimento em faixas elevadas de temperatura até que atinja o ponto de ignição e assim a combustão do material. Em se tratar disso, o ambiente não é capaz de fornecer uma fonte de calor extrema que induza o carvão vegetal a entrar em ignição. Diante destes resultados, conclui-se que o carvão vegetal não deve ser enquadrado como classe de risco 4.2, uma vez que necessite de altas temperaturas para a ocorrência de sua ignição.

Palavras-chave: Auto aquecimento do carvão vegetal: temperatura de ignição: combustibilidade.

CAPÍTULO
TULO IVCORRELAÇÃO DA GRÃ DA MADEIRA JOVEM DE
ANADENANTHERA PEREGRINA (L.) SPEG. COM
DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO

Emilly Soares Gomes da Silva^{1}, Fabricio Gomes Gonçalves¹, João Gabriel Missia da Silva¹, José Paulo Costa Mendonça¹, Izabella Luzia Silva Chaves¹, Glaucileide Ferreira¹*

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
*autor correspondente: miqueiasreis.ufes@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho é avaliar a correlação entre a grã da madeira jovem de angico-vermelho com diferentes espaçamentos de plantio. Foram coletadas cinco árvores nos espaçamentos 3 m x 3 m, 4 m x 4 m e 5 m x 5 m, aos 7 anos de idade, na floresta piloto pertencente ao Instituto Federal do Espírito Santo, campus Alegre, no distrito de Rive, ES. De cada árvore, foram retirados discos de 6 cm de espessura à altura do peito, onde destes, foram confeccionados corpos de prova de 125 cm³ que foram divididos no sentido radial e escaneados para avaliação do máximo desvio angular (MAD). Os valores médios do MAD de cada espaçamento de plantio foram avaliados pelo teste de Tukey, $p < 0,05$. A relação entre o MAD e os espaçamentos foi avaliada pela correlação linear de Pearson. Observou-se a inexistência de relação entre o MAD e os três espaçamentos de plantio analisados ($r = 0,44$ $p < 0,01$). A ausência de correlação pode estar associada ao fato das amostras terem sido retiradas em apenas uma posição da árvore, uma vez que, as toras apresentam variações de grã ao longo do fuste. Os valores médios do MAD foram de 5,88°, 5,90° e 5,91° para os espaçamentos 3 m x 3 m, 4 m x 4 m e 5 m x 5 m, respectivamente, não havendo diferença significativa entre os resultados. Conclui-se que o espaçamento de plantio não teve influência no máximo desvio angular em madeiras jovens de angico-vermelho.

Palavras-chave: Angico-vermelho; Máximo desvio angular; Qualidade da madeira.

CAPÍTULO

V

DETERMINAÇÃO DA ADERÊNCIA DE PRODUTOS EM ACABAMENTO SUPERFICIAL DE MADEIRAS

Rafaella Dias Ramos^{1*}, Breno Santana Sena², Gilmar Correia Silva³

^{1,2,3} Departamento de Fitotecnia e Zootecnia - DFZ, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Brasil

*autor correspondente: ra.fadias@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a aderência de produtos sintéticos utilizados no acabamento superficial da madeira. Foram utilizadas madeiras de *Pinus elliotti*, *Eucalyptus grandis* e *Amburana cearenses*, obtidas em estabelecimento comercial madeireiro no município de Vitória da Conquista-Bahia. Para a determinação da densidade aparente e teor de umidade das madeiras de 8 amostras de cada espécie, foi utilizada a norma NBR 7190 (ABNT. 1997). Avaliou-se o potencial de aderência de quatro produtos sintéticos utilizados em marcenarias: verniz brilhante (VB), verniz marítimo (VM), stain impregnante (SI) e stain impregnante a base de água (SA), de acordo com as recomendações da norma NBR 11003 (1990) com as seguintes porcentagens de aderência (100 – 96%), (95 – 86%), (85 – 66%), (65 – 36%), (35 – 0%). Para o teste de aderência de cada produto para as três madeiras avaliadas, foram utilizadas 10 amostras por tratamento, perfazendo um total de 120 corpos de prova. Uma das faces recebeu aplicação de verniz a base de nitrocelulose com diluição 10%, sendo respeitado o tempo de secagem de 12 horas entre cada uma das duas demãos. Os resultados dos produtos sintéticos VB, VM e SI apresentaram aderência superior a 90%, sem diferenças significativas. Já o produto SA teve um comportamento inferior em relação ao poder de aderência comparado aos anteriores e estatisticamente apresentou diferenças para as espécies *P. Eliotti* (49%) e *E. Grandis* (63%). As maiores falhas foram geradas nas faces onde ocorrem os riscos produzidos na superfície na qual os produtos são aplicados.

Palavras-chave: Indústria moveleira; Sintéticos; Vernizes.

CAPÍTULO VI

DETERMINAÇÃO DE VIABILIDADE DE SEMENTES DE
HYMENAEA COURBARIL L. (FABACEAE)

Hudson Eduardo Moreira Maia¹, Jéssica Terra Soares¹, Cristiane Coelho Moura¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
*autor correspondente: hudson.maia@edu.ufes.br

Resumo: Buscou-se analisar a eficiência do teste de tetrazólio (*i. e.*, diferentes concentrações e tempo de exposição à solução) como tecnologia para fornecer informações rápidas e seguras sobre a qualidade de um lote de sementes de *H. courbaril* após o período de 12 meses do beneficiamento, e armazenadas em embalagem impermeável e em local refrigerado ($5 \pm 2^\circ\text{C}$). Para realização do experimento, 300 sementes foram escarificadas do lado aposto ao hilo e embebidas em água destilada por 24h à 25°C . Posteriormente, foram embebidas em duas concentrações de solução incolor de 2,3,5 trifenil brometo de tetrazólio, indicadora do processo de respiração (0,5 e 1 %) e em diferentes tempos de imersão (2; 4 e 24h) a 40°C em câmara germinadora. Os resultados obtidos foram comparados com os resultados dos testes de germinação (*i. e.*, 4 repetições de 25 sementes escarificadas acondicionadas em gerbox com papel germitest em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12h). Os resultados indicaram que 100% estavam inviáveis onde constatou-se as seguintes condições: sementes mortas ou em deterioração, apresentando uma coloração amarelada ou creme e vermelho-escuro intenso em ambas as concentrações testadas após 4h e 24h de imersão. Após 2h de exposição das sementes em ambas as concentrações testadas as sementes não apresentaram completa embebição, o que indica ineficiência deste tempo de exposição para verificação da viabilidade de semente de *H. Courbaril* nas duas concentrações testadas. O teste de germinação confirmou a inviabilidade de todo o lote de sementes de *H. Courbaril*.

Palavras-chave: Jatobá; Sementes Florestais; Silvicultura de Nativas; Tecnologia de Sementes.

CAPÍTULO
TULO VIIESFORÇOS DE CORTE ORTOGONAL 90-0 NA
USINAGEM DE TRÊS ESPÉCIES DE MADEIRA DE
EUCALIPTO

Miquéias de Souza Reis^{1*}, Djeison Cesar Batista¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
*autor correspondente: miqueiasreis.ufes@gmail.com

Resumo: O processamento mecânico da madeira de eucalipto é ainda realizado de maneira empírica, conduzindo a resultados inadequados. O objetivo deste trabalho foi investigar as forças de corte ortogonal 90°-0° das espécies de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus citriodora*. As variáveis ângulo de ataque, espessura de corte, densidade, direção de corte e orientação (radial e tangencial) foram avaliadas em relação os esforços. Os corpos de prova para medir os esforços na direção 90°-0° e densidade foram retirados de orientações tangenciais e radiais, com dimensões de 06 x 75 x 75 mm (direção radial, tangencial e longitudinal). Os ensaios foram realizados empregando-se quatro espessuras de corte: 0,38; 0,76; 1,14 e 1,52 mm e três ângulos de ataque: 10°, 20° e 30°, com velocidade de corte de 30 mm.min⁻¹. Avaliou-se em cada corte, o tipo de cavaco e a qualidade da superfície. Os esforços de usinagem nas três direções principais, foram: paralela (F_p), normal (F_n) e lateral (F_l). O estudo trouxe resultados para a usinagem na direção 90°-0° demonstrando que o ângulo de ataque e a espessura de corte afetaram diretamente a formação do cavaco produzido. Foram observadas três tipo de cavacos e classificados. Destacando-se que a melhor qualidade de superfície está relacionada a formação do cavaco Tipo II. Com base nas propriedades mecânicas da madeira, que estão ligados os tipos de cavacos formados, o contato normal entre a aresta de corte (ângulo de ataque maior) e a madeira, promove o efeito de pré-clivagem (causada pelo fendilhamento), diminuindo a qualidade da superfície.

Palavras-chave: Processamento Mecânico; Qualidade; Pré-clivagem.

CAPÍTULO VIII

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E PREDIÇÃO DA COLHEITA FLORESTAL

Fernanda Aparecida Nazário de carvalho^{1}, Juliana Fernandes da Silva¹,
Marcilene Soares do Nascimento¹, Jonathan da Rocha Miranda¹, Tamires
Partélli Correa¹*

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), Brasil
*autor correspondente: fernandacarvalhonaz@gmail.com

Resumo: O planejamento da colheita florestal é importante para a determinação do início das atividades, permitindo otimizar o uso dos maquinários e dos equipamentos, regular o fluxo de madeira, aumentar a produtividade de modo economicamente viável. A inclusão de relações espaciais no planejamento da colheita florestal permite estimar a colheita dos plantios florestais. Contudo, o objetivo do presente trabalho é realizar o monitoramento da área de plantio efetivo e colheita florestal na cidade de Itamarandiba, Minas Gerais, por meio de dados orbitais. Foi utilizado a base de dados do MapBioma referente ao uso e ocupação do solo para o ano de 2019, 2020 e 2021. Foi utilizado imagens do Sentinel 2 considerando a média anual para estes anos. Foi calculado o índice de diferença normalizada. Para a estimativa de área colhida foi realizado álgebra de mapas com o objetivo de localizar e contabilizar as áreas no qual houve mudança na paisagem, ou seja, presença e ausência de eucalipto entre os anos de 2019 e 2020 (colheita 2020); 2020 e 2021 (colheita 2021). Foi constatado que no ano de 2020 foi realizada a colheita em 7.308,58 ha, onde havia cerca de 44.803,18 ha de área efetiva plantada. No ano de 2021, o valor foi superado, sendo colhido cerca de 10.813,32 ha, totalizando 42.803,18 de área efetiva. Conclui-se que o emprego de tecnologias de geoprocessamento, permite o monitoramento auxiliando no planejamento da colheita florestal, otimizando tempo e reduzindo custos.

Palavras-chave: Otimização; Silvicultura; Sistema de informação geográfica.

CAPÍTULO

IX

MAPEAMENTO DE PASTAGENS DEGRADADAS E SEU POTENCIAL USO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIO FLORESTA (ILPF) PARA MICRORREGIÃO DE UBERLÂNDIA-MG

Juliana Fernandes da Silva^{1}, Marcilene Soares do Nascimento¹, Fernanda Aparecida Nazário de carvalho¹, Jonathan da Rocha Miranda¹, Tamíres Partélli Correa¹*

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), Brasil
*autor correspondente: julianafernandes466@gmail.com

Resumo: Levando em consideração a demanda por alimentos perante o crescimento populacional, métodos para aumentar a produtividade estão sendo pesquisados, sobretudo no segmento da pecuária. O sistema integrado de lavoura pecuária e floresta (ILPF) possui o potencial de aumentar a produtividade do uso do solo além de reduzir o risco ambiental sendo indicado para recuperação de pastagem degradada. Frente a isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar as áreas para potencial uso do sistema ILPF na microrregião de Uberlândia, considerada uma grande de pecuária leiteira em Minas Gerais. Foi utilizado dado do sensor MODIS o produto MOD13Q1 para o índice de vegetação NDVI para o período de 2001 a 2021. O uso e ocupação do solo de 2001 e 2021, foi obtido por meio do levantamento do MapBioma que realiza a classificação do solo das imagens Landsat em dados anuais. Para indicar os locais de recuperação ou degradação da vegetação ao longo do tempo foi empregado o método de tendência monotônica de Mann Kendall da temporal de NDVI. De posse da imagem de tau de Mann Kendall, foi realizado um cruzamento entre as imagens e área de pastagem. O levantamento aponta que cerca de 20% que corresponde em 111 mil hectares de pastagens estão em processo de degradação. Considerando a implantação mínima de 200 árvores por hectares, estima-se uma produção de 222 milhões de árvores que se destinada para fins de serraria pode promover uma renda adicional considerável para os produtores rurais e ainda preservar as pastagens.

Palavras-chave: Classificação de Imagens; Seção transversal de madeira; Segmentação.

PROCESSAMENTO DE FOTOGRAFIAS DE SMARTPHONE PARA MEDIÇÕES DENDOMÉTRICAS EM PILHAS DE MADEIRA

Marcilene Soares do Nascimento^{1}, Juliana Fernandes da Silva¹, Fernanda Aparecida Nazário de carvalho¹, Jonathan da Rocha Miranda¹, Tamires Partélli Correa¹*

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), Brasil
*autor correspondente: marcilenesoares98@outlook.com

Resumo: Usar fotografias para medições dendométricas em madeiras empilhadas pode ser útil para normalização e conferências de madeiras, principalmente no segmento da terceirização das atividades florestais no qual o pagamento se refere ao volume de madeira trabalhado. Neste sentido, buscou-se avaliar o uso do processamento digital de imagens para contabilizar o número de madeiras e o seu respectivo diâmetro da seção transversal. Foi utilizado foto com câmera de resolução de 20 megapixel em uma pilha de madeira contendo um gabarito de dimensões 20 x 5 cm, para a regulagem de escala da fotografia. Foi organizado o exif da imagem que corresponde ao metadados da imagem com informação de escala do pixel a fim de estabelecer relações métricas ao ser trabalhado no software de processamento de imagens. Para extrair a classe da área de madeira e sombra presente na foto, foi realizada uma classificação não supervisionada K-means de 10 classes. Realizou-se a reclassificação da imagem para unificar as classes que correspondiam à madeira e sombra. A imagem foi segmentada para separação dos objetos e convertida em polígonos correspondente à seção transversal das madeiras. Com a escala definida foi contabilizada a quantidade de polígonos que corresponde ao número de madeiras e sua respectiva área. Os resultados foram satisfatórios em permitir o dimensionamento da área de cada seção transversal contida na pilha de madeira. Contudo, houve confusão na classificação que unificou mais de uma seção. Porém, os resultados demonstraram uma viabilidade do uso de fotografias de Smartphone para medições dendométricas em pilhas de madeiras.

Palavras-chave: Classificação de Imagens; Seção transversal de madeira; Segmentação.

RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE *PINUS TAEDA* PARA DUAS METODOLOGIAS DE DESDOBR

Miquéias de Souza Reis^{1*}, Djeison Cesar Batista¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
*autor correspondente: miqueiasreis.ufes@gmail.com

Resumo: Em virtude da elevada demanda de matéria-prima pelas serrarias, alguns sistemas de desdobro têm contribuído para aumentar o rendimento em madeira serrada das serrarias. O objetivo do trabalho foi avaliar e buscar melhorias no rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda*, utilizando dois sistemas de desdobro: convencional e otimizado. O experimento aconteceu em uma serraria com produtividade média em madeira serrada de 900 m³.mês⁻¹. Para o experimento utilizou-se 100 toras de *Pinus taeda*, com casca (diâmetros médios entre 18 e 44 cm) divididas em cinco classes diamétricas. Cada classe diamétrica foi dividida em dois lotes contendo 10 toras e, posteriormente, cada lote foi desdobrado em sistemas distintos (convencional e otimizado), obtendo seus rendimentos. Para o desdobro convencional, não houve diferença significativa entre os rendimentos das classes, porém, essas classes se diferem da classe 1. A classe 1 apresentou o menor rendimento médio (37,03%), referindo-se à classe com os menores diâmetros. O maior rendimento médio ocorreu na classe 4 (46,75%), mesmo não sendo a classe que possui os maiores diâmetros. Para o desdobro otimizado, houve diferença significativa dos rendimentos médios encontrados para todas as classes, estes variando de 44,93% a 63,58%, garantindo mais de 80% do rendimento de madeira serrada. Concluiu-se que o rendimento médio em madeira serrada obtido no sistema otimizado foi 21,1% maior que o sistema convencional utilizado no desdobro de *Pinus taeda*, confirmando que a classificação das toras e o estabelecimento de modelos de corte, contribuiu para métodos significativos e eficientes no aumento do rendimento em madeira serrada.

Palavras-chave: Sistema de desdobro; Classe diamétrica; Capacidade produtiva; Madeira serrada.

CAPÍTULO
XIIRESISTÊNCIA MECÂNICA DE FILAMENTOS DE
MICROFIBRILAS DE CELULOSE COM GOMA GUAR

Jair Rogério Colares Neto¹, Pedro Ygor Correia¹, Douglas de Oliveira Reboredo Filho¹, Fernando da Silva Alves¹, Michel Picanço de Oliveira¹, Jordão Cabral Moulin¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
*autor correspondente: jairrogerio7@gmail.com

Resumo: A celulose é o polímero renovável mais abundante da terra e as microfibrilas de celulose (MFC) apresentam propriedades mecânicas e físicas interessantes que possibilitam a produção de novos compósitos. O estudo em questão apresenta novos métodos de produção de fios de base renovável visando substituir os derivados fósseis e reduzir os impactos ambientais. O objetivo do trabalho está relacionado a fabricação de filamentos bicomponentes, bicomponentes mistos e monocomponentes de microfibrilas de celulose branqueada. Para a criação de duas camadas os filamentos foram produzidos utilizando agulha coaxial de aproximadamente 1,2 mm de diâmetro interno total e 0,4mm de diâmetro interno total, onde a camada interna foi composta por MFC para todos os fios bicomponentes, a camada externa por goma guar (GG), para fios bicomponentes mistos a camada externa foi formada pela mistura da MFC com GG, para os filamentos monocomponentes utilizou-se agulha comum de 1,2 mm de diâmetro e a composição foi a mistura da MFC com a GG. Adotou-se o processo *dry-wet-spinning* com três diferentes tempos de coagulação (30, 60 e 120 segundos) para a produção dos fios, sendo álcool PA o solvente utilizado para a coagulação. Após a produção, as larguras foram mensuradas em microscópio óptico e em seguida a realizou-se a análise de resistência mecânica. Os melhores resultados estão associados aos filamentos bicomponente, a variável com maior influência no estudo foi o tempo de coagulação onde o tempo de 120 segundos apresentou melhores resultados.

Palavras-chave: Nanotecnologia florestal, Micro/nanofibrilas de celulose. Filamentos.

CAPÍTULO
TULO XIIIVARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DE *EUCALYPTUS UROPHYLLA* E *CORYMBIA CITRIODORA* CULTIVADAS EM SISTEMA DE TALHADIA

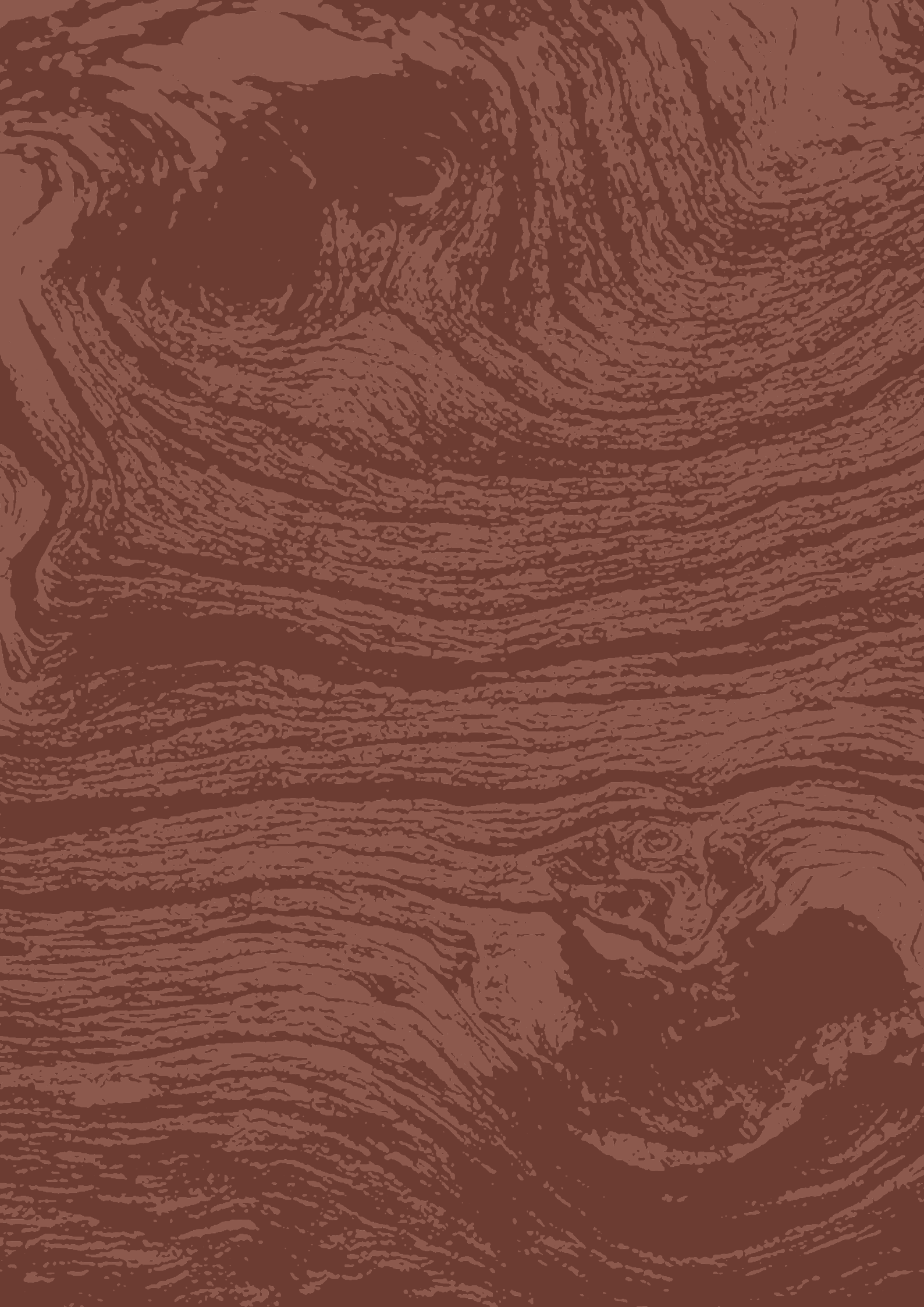
Rafaella Dias Ramos^{1*}, Fabricia Louyse Santos Sousa², Gilmar Correia Silva³

^{1,2,3} Departamento de Fitotecnia e Zootecnia - DFZ, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Brasil

*autor correspondente: ra.fadias@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* no sentido base-topo e medula-casca, proveniente de plantios sob o regime de talhadia na região de Vitória da Conquista - Bahia. Foram abatidas 6 árvores e de cada uma retirada 6 discos. Os discos obtidos foram transformados em cunhas e acondicionadas em recipientes com água, mantendo-os submersos com constante troca de água, durante quatro semanas, até a completa saturação. A densidade básica da madeira foi determinada de acordo com a norma NBR 11941-02 (ABNT, 2003), onde a partir das amostras saturadas foi calculado o volume imerso em água de cada corpo de prova e então levados para uma estufa de circulação forçada de ar na temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, até que atingissem massa constante, obtendo assim a sua massa seca. Para análise dos resultados, realizou-se uma análise de variância e teste de médias Tukey a 5% de significância, usou-se o programa SISVAR versão 5.6. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que as espécies de *E. urophylla* e *C. citriodora* geraram maiores densidades na base, variando no sentido base-topo de 0,63 a 0,53 g/cm³ e 0,78 a 0,70 g/cm³, respectivamente. Já a densidade básica para ambas as espécies apresentou valores crescentes em direção a casca. *E. urophylla* e *C. citriodora* variaram no sentido medula-casca com densidade básica de 0,52 a 0,56 g/cm³ e 0,69 a 0,75 g/cm³, respectivamente.

Palavras-chave: Eucalipto; Densidade-longitudinal; Densidade-radial.





PARTE II

RESUMOS EXPANDIDOS

CAPÍTULO
TULO

ANATOMIA DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS GRANDIS* X *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* PROVENIENTE DO CRESCIMENTO DE TALHADIA

Tatiana de Fátima Martins Pires^{1*}, Nauan Ribeiro Marques Cirilo¹,
Graziela Baptista Vidaurre¹, Jordão Cabral Moulin¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
*autor correspondente: tatiana.f.pires@edu.ufes.br

Resumo: O crescimento da árvore de segunda rotação é conhecido como talhadia, comumente empregada nas indústrias brasileiras devido ao melhor aproveitamento econômico em detrimento da satisfatória produtividade, contudo, pouco se sabe sobre as características anatômicas dessa madeira, nesse sentido este estudo teve como objetivo investigar as variabilidades dos vasos e fibras da madeira de talhadia da espécie *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* com 3 anos de idade, proveniente do município de Ipatinga/SP. Das árvores foram retirados discos na altura do peito (DAP) e confeccionados corpos-de-prova da região adjacente ao câmbio, para confecção da produção de lâminas histológicas para análises de vasos e retirada de madeira para a maceração para análises de fibras. Não houve variação nas mensurações dos vasos e fibras da madeira de talhadia, ou seja, as dimensões foram semelhantes às dos elementos anatômicos da madeira de alto fuste, permitindo concluir que são resultados satisfatórios da qualidade da madeira de talhadia para sua utilização para os mesmos fins que a madeira obtida de plantios de alto fuste.

Palavras-chave: Alto fuste; Segunda rotação; Madeira de rebrota; Anatomia; Variabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A prática do plantio do eucalipto é realizada para se obter produção em larga escala e atingir a sua melhor produtiva, mantendo a qualidade da madeira desejada, para conseguir essa prática de forma contínua e econômica após a derrubada da árvore, tem-se o sistema de talhadia, que foi uma prática comum nas décadas de setenta e oitenta (FERRARI; FERREIRA DA SILVA, 2005). Essa prática vem sendo conduzida em ciclos curtos de 6 a 8 anos (GONÇALVES *et al.*, 2014), podendo ser exploradas duas, três, ou quatro rotações sem que haja um novo plantio (DO COUTO; BASTOS; LACERDA, 1989). A capacidade de rebrota do gênero *Eucalyptus* permite formar novos povoamentos através da condução da rebrota de cepas anteriores que, para Stape (1997), traz vantagens como ciclos de corte mais curtos comparado aos plantios de alto fuste.

Entre os povoamentos de talhadia e alto fuste, podem ocorrer variações na altura, diâmetro e densidade da madeira, devido fatores que influenciam na capacidade de rebroto e interferem no desenvolvimento do fuste agindo na produtividade da talhadia (GUIMARÃES; SOARES; CRUZ, 2020). Variações nas dimensões e quantidade dos elementos anatômicos no lenho da madeira também podem ocorrer, e com isso, interferir na qualidade da madeira e produto final (ROCHA; FLORSHEIM E DO COUTO, 2004). Porém, em relação às características anatômicas da madeira proveniente de sistema de talhadia pouco se tem estudos sobre, principalmente quando se compara com madeira do alto fuste. Dessa forma, esse estudo teve como objetivo investigar as variabilidades das mensurações dos vasos e fibras da madeira de segunda rotação em comparação com as de primeira rotação da espécie *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* aos três anos de idade.

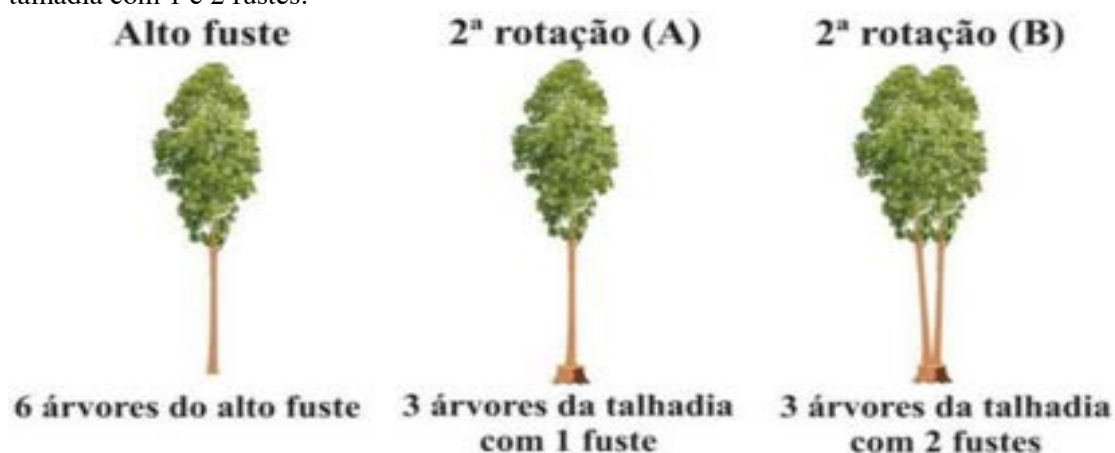
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

A espécie utilizada foi o *E. grandis* x *E. camaldulensis* com 3 anos de idade, situada no município de Ipatinga, no centro do estado de São Paulo. Proveniente da área experimental do Programa Cooperativo EUCFLUX, parceria entre o Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF e empresas do setor florestal. Para o estudo foram selecionadas espécies de alto fuste (1ª rotação) e talhadia (2ª rotação), sendo 12 árvores ao total, 6 de alto fuste e 6 de talhadia. As árvores do tratamento de alto fuste foram obtidas por meio da plantação de mudas, sendo 6 no total, já os tratamento de talhadia foram divididas em uma e duas brotações, sendo a (A) com 3 árvores provenientes da condução de apenas uma brotação, enquanto o (B) com 3 árvores de duas brotações, conforme Figura 1.



Figura 1 – Ilustração das árvores de *E. grandis* x *E. camaldulensis* em sistemas de alto fuste, talhadia com 1 e 2 fustes.



Fonte: autor.

Das árvores foram utilizados discos do DAP (diâmetro na altura do peito). Para análise anatômica dos vasos e fibras foram retirados corpos-de-prova adjacentes ao câmbio dos discos com dimensões de 2×2×3 cm.

2.2 Análise das fibras

No processo de maceração foram retirados pequenos “palitos” no plano tangencial, próximo a casca. Os palitos foram dispostos em frascos de 25 mL, em solução de ácido acético e peróxido de hidrogênio (1:1), posteriormente, levados para estufa em temperatura de 60°C, durante 48. Em cada amostra, foram feitas 50 medições de comprimento, largura e diâmetro do lume (International Association of Wood Anatomists - IAWA, 1989). A mensuração da espessura da parede (EP) foi determinada pela diferença entre a largura (LT) e o diâmetro do lume (LI) dividido por 2.

2.3 Análise dos vasos

Os corpos-de-prova foram amolecidos em água à ebulição e fixados em micrótomo de deslize para obtenção de cortes de espessura médias de 20 μm do plano transversal, em seguida montadas em lâminas histológicas temporárias, com uso de glicerina e água. Foram feitas 20 fotomicrografias para cada corpo-de-prova. Os parâmetros mensurados relativos aos vasos foram o diâmetro, área e frequência dos vasos por meio do software ImageJ. Sendo feitas a determinação de 50 medições (repetições) para cada característica mensurada.

2.4 Estatística

Para verificar a diferença anatômica entre os lenhos do alto fuste e da 2^a rotação foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (ANOVA), quando significativo ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas não indicaram diferenças significativas para as variações anatômicas referentes às dimensões, área e frequência dos vasos entre as árvores provenientes de alto fuste e talhadia (Tabela 1).

Tabela 1 – Dimensões dos vasos do lenho do primeiro fuste e rebrota do *E. grandis* x *E. camaldulensis*.

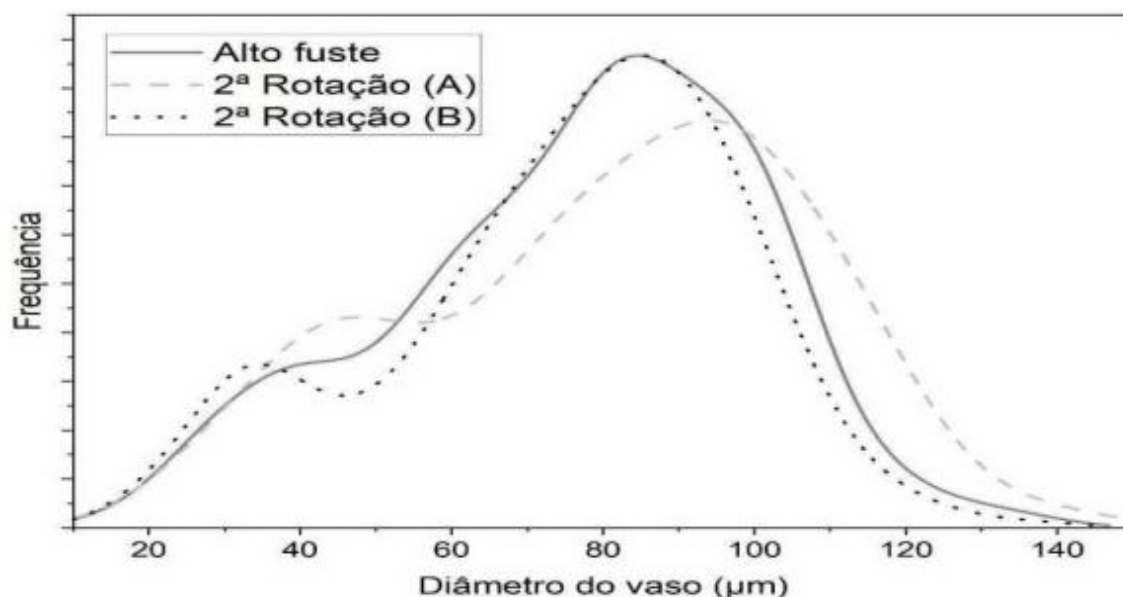
Tratamento	Diâmetro (μm)	Área (μm^2)	Frequência ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$)
Alto Fuste	77 \pm 7	5101 \pm 906	16.8 \pm 1,3
2 ^a Rotação (A)	81 \pm 13	5661 \pm 1609	15.6 \pm 0,5
2 ^a Rotação (B)	75 \pm 8	4858 \pm 961	16.9 \pm 1,3

Nota: Valores maiores correspondem às médias e valores menores correspondem ao desvio-padrão.

As variações nos vasos da madeira também exercem efeito no produto que se deseja produzir (FOELKEL, 2007). No processo de conversão da madeira em polpa de celulose, grandes vasos são indesejáveis por estarem sujeitos ao arrancamento na superfície do papel (SARI *et al.*, 2010). Sobre frequência de vasos, segundo Foelkel (2007) quando uma madeira possui baixa densidade básica e maiores frequências de vasos, proporciona maiores rendimentos de polpa de celulose, devido à facilitação da penetração do licor no cavaco e a deslignificação das fibras.

Na Figura 2 é possível notar a quantidade de vasos que tem dentro dos intervalos de diâmetro, significando que as maiores quantidades dos vasos estão entre os diâmetros de 80 e 100 μm , a distribuição dos vasos da madeira de 2^a rotação (B) teve tendência semelhante à do alto fuste, já na madeira de 2^a rotação (A) teve uma distribuição um pouco diferente, mas seguindo a mesma tendência, as maiores quantidades dos vasos estão variando de 90 a 110 μm de diâmetro.

Figura 2 – Relação entre a frequência e diâmetro dos vasos do lenho do primeiro fuste e rebrota de *E. grandis* x *E. camaldulensis* com 3 anos de idade.



Fonte: autor.

As análises estatísticas referentes às dimensões das fibras, também não houve diferenças significativas entre os tratamentos de alto fuste e talhadia (Tabela 2).

Tabela 2 - Variações das dimensões das fibras do lenho do primeiro fuste e rebrota de *E. grandis* x *E. camaldulensis* com 3 anos de idade.

Tratamento	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Diâmetro do lume (µm)	Espessura da parede celular (µm)
Alto Fuste	858 ± 55	19,2 ± 0,8	11,1 ± 1,0	4,0 ± 0,2
2ª Rotação (A)	929 ± 25	19,1 ± 0,1	10,5 ± 0,2	4,3 ± 0,1
2ª Rotação (B)	875 ± 44	17,9 ± 0,7	9,0 ± 0,9	4,5 ± 0,4

Nota: Valores maiores correspondem às médias e valores menores correspondem ao desvio-padrão.

As formações dos elementos anatômicos ocorrem pelas divisões celulares do meristema cambial que são sensivelmente influenciadas por taxas de hormônios ligados à sazonalidade, condições ambientais e fatores genéticos (FOELKEL, 2007; ARAGÃO, 2014). Dessa forma, a variabilidade imposta pelo ambiente em interação com a adaptabilidade da espécie, fatores genéticos e rebrota não causaram modificações nas dimensões e frequência dos elementos anatômicos estudados.

4. CONCLUSÃO

Houve ausência de variabilidade das dimensões e frequência dos elementos anatômicos mensurados entre a madeira proveniente de alto fuste e talhadia, mostrando ser satisfatória a qualidade da madeira de talhadia para utilização da mesma finalidade que a madeira de alto fuste.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, J. R. V. **Anatomia da madeira e dendroecologia de *Aspidosperma pyrifoium* Mart. (Apocynaceae) no seminário sergipano.** 2014. Monografia (Bacharelado em Ecologia) - Departamento de Ecologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

DO COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M.; LACERDA, J. S. Comparação de dois modelos de prognose de madeira de *Eucalyptus* para alto fuste e talhadia. **IPEF**, n. 41-42, p.27-35, jan./dez. 1989.

FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; DA SILVA, H. D. **Condução de plantios de *Eucalyptus* em sistema de talhadia.** Colombo: Embrapa Florestas (Documentos, 104). 28 p. 2005.

FOELKEL, C. E. B. **Elementos de vasos e celuloses de eucalipto.** Grau Celsius, 2007. Disponível em: <https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT04_vasos.pdf>. Acesso em: 18 set. 2022.

GONÇALVES, J. L. de M. *et al.* Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos. **Revista Scientia Forestalis (IPEF)**, v. 42, n. 103, p.411-419, set. 2014.

GUIMARÃES, V. M.; SOARES, T. S.; CRUZ, E. S. Influência do espaçamento em primeira e segunda rotação de eucalipto manejado sob regime de curta rotação. **Caderno de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 12, p. 1-10, 10 fev. 2020.

IAWA COMMITTEE. International Association of Wood Anatomists. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, n. 3, p. 234-332, 1989.

ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; DO COUTO, H. T. Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-55, jun. 2004.



SARI, A. *et al.* Avaliação da tendência ao arrancamento de vasos na impressão. **O PAPEL** v. 71, n. 7, p. 49 - 61, jul. 2010.

STAPE, J. L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em Eucalyptus. Piracicaba: **IPEF**. Série Técnica, v. 11, n. 30, p. 51-62, 1997.

CAPÍTULO



ANÁLISE COMPARATIVA DE CERNE E CASCA DE DIFERENTES FUSTES DE *EUCALYPTUS GRANDIS* EM SISTEMA DE TALHADIA

Gustavo Jaske da Conceição^{1*}, Mariana Oliveira Tiburcio¹, Nauan Ribeiro Marques Cirilo¹, Vaniele Bento dos Santos¹, Graziela Vidaurre Dambroz¹, Alexandre de Vicente Ferraz²

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil.

² Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF), Brasil.
*autor correspondente: gustavojaske@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação da porcentagem de cerne e casca de diferentes fustes de um clone de *Eucalyptus grandis* em um sistema de talhadia de terceira rotação. As amostras de madeiras foram provenientes de um talhão experimental da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Aos 8 anos de idade, com espaçamentos de plantio de 3,0 x 1,8 as árvores selecionadas foram abatidas. Foram avaliados 36 fustes de eucalipto, sendo amostradas de árvores com 1 fuste, 2 fustes e árvores que não foram submetidas a desbrota. As cepas selecionadas foram cortadas, e 2 discos por posição foram retirados de 4 posições, 0, DAP, 50, e 100% da altura comercial. Foram determinados os valores para porcentagem de casca e de cerne/alburno. A área de cerne apresentou valores significativos, sendo maiores em 1 fuste e 2 fustes, possibilitando afirmar que quanto maior for o crescimento da árvore traduzido pelo seu diâmetro maior será a área de cerne. A porcentagem de casca não apresentou diferença estatística significativa.

Palavras-chave: Qualidade da madeira; Eucalipto; Condução de brotação.

1. INTRODUÇÃO

O eucalipto por sua adaptabilidade e potencial econômico facilitado por variedades de usos da madeira e rápido crescimento, é a espécie arbórea mais plantada no Brasil (IBÁ, 2021). A diversidade climática do Brasil permite que haja uma maior adaptação das espécies do gênero *Eucalyptus* no país (BERTI, 2010). O *Eucalyptus grandis* se destaca como sendo uma das espécies do gênero mais cultivadas, principalmente devido às características silviculturais e tecnológicas, além de ser adaptado a diversas condições climáticas (KAGEYAMA, 1983).

Ao longo da história do cultivo de eucalipto no Brasil, o sistema de manejo por talhadia é o método mais antigo utilizado, e cada vez mais comum (Azevedo et al., 2011). Esse sistema consiste na condução de crescimento dos brotos nas cepas das florestas recém cortadas, iniciando-se então um novo ciclo florestal, aplicável apenas às espécies florestais aptas a rebrota após o corte (IPEF, 2008).

Por possibilitar diminuição de custos na produção e madeira, a facilidade do manejo por dispensar aquisição de mudas e preparo do solo, e a antecipação de retornos financeiros mais rapidamente em conjunto com ciclos de corte mais curtos, a talhadia é uma alternativa atraente para os pequenos e médios produtores rurais (EVANS, 1992; IPEF, 2008). O número de fustes que serão conduzidos tem variação de acordo com a finalidade do plantio, como por exemplo na produção de carvão vegetal, cujo objetivo é um número maior de fustes e não a qualidade da madeira (MENDONCA, 2014).

A presença de cerne influencia a utilização da madeira de diferentes formas e afeta a sua uniformidade (HILLIS, 1987). Da mesma forma, constituem-se em parâmetros de qualidade, afetando a aplicação da madeira sólida e os processos de sua transformação em produtos. Segundo Lima e Garcia (2011), a porcentagem de casca pode variar em função do desbaste e adubação, de modo que plantios com mesmas condições de crescimento podem apresentar pouca ou nenhuma diferença na espessura da casca.

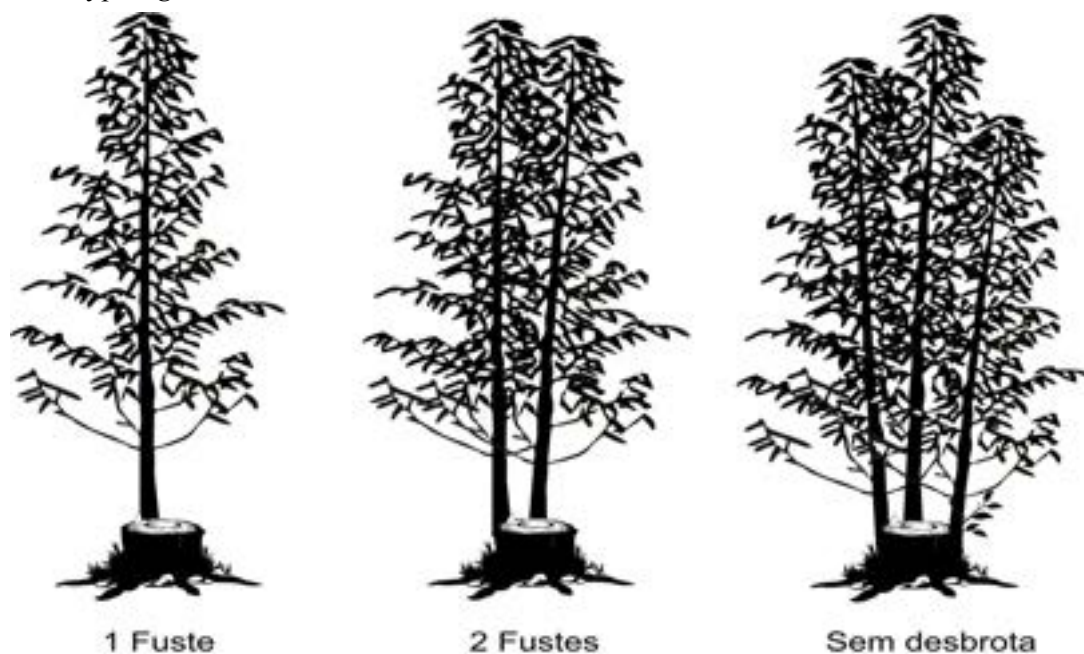
Com o aumento da importância da talhadia, faz-se necessário ampliar o conhecimento sobre os fatores que afetam o crescimento e desenvolvimento dos fustes e seu impacto sobre a possível redução do potencial de produtividade. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação da porcentagem de cerne e casca de diferentes fustes de um clone de *Eucalyptus grandis* em um sistema de talhadia de terceira rotação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de madeiras foram provenientes de um talhão experimental da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) no Brasil. O talhão foi plantado em setembro de 2000, conduzido à terceira rotação em regime de talhadia, com corte rasos da primeira e segunda rotação realizados em 2007 e 2014,

respectivamente. Foram selecionadas árvores de um clone de *Eucalyptus grandis*, com idades de 8 anos em espaçamentos de plantio de 3,0 x 1,8 metros. As árvores selecionadas foram identificadas e um diâmetro para coleta das árvores foi estabelecido, seguindo um parâmetro que visou a seleção diferentes números de fustes mantidos por cepas, sendo 6 cepas com 1 fuste, 12 cepas com 2 fustes e 18 cepas de árvores que não foram submetidas a desbrota (Figura 1). As cepas selecionadas foram cortadas, e 2 discos por posição foram retirados de 4 posições, 0, DAP, 50, e 100% da altura comercial. Os discos foram devidamente identificados, acondicionados e encaminhados para o Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM) da Ufes.

Figura 1. Esquema amostral da condução de brotação da terceira rotação do manejo de talhadia de *Eucalyptus grandis*.



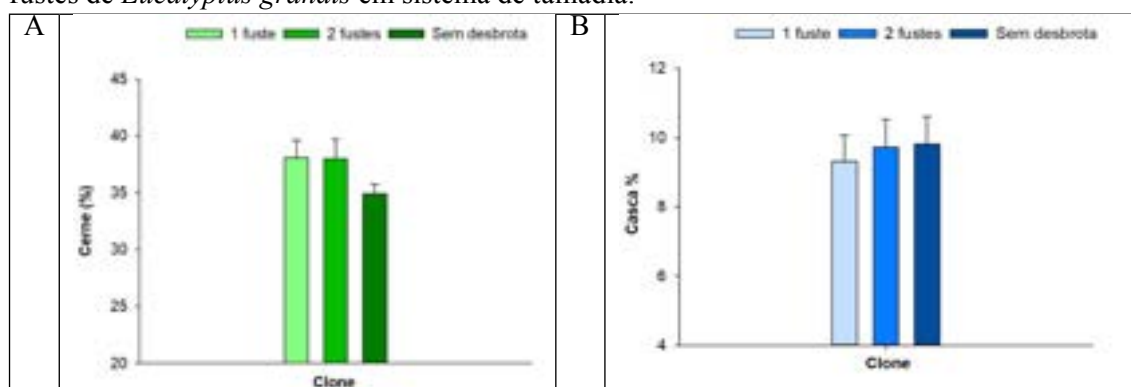
A delimitação de cerne e alburno foi realizada de forma visual pela diferença de cor. Para tal, os discos foram polidos em lixadeira de cinta com lixas de grãos 50 para melhorar a visualização da superfície, e posteriormente, aspergiu-se água para realçar a cor. Em seguida, os discos foram escaneados (Scanner Epson Perfection v750 pro/600 dpi), e a delimitação da área total, de cerne e de casca de cada disco foi realizada usando um sistema de análise de imagem (Image Pro-plus 6.2), (ALMEIDA et al., 2022). A porcentagem de cerne foi obtida pela relação percentual entre a área de cerne e a área total do disco. E a porcentagem de casca foi mensurada a partir da espessura de casca em relação à área total do disco.

Para comparar os resultados entre os fustes, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) pelo teste F o teste, e quando necessário, foi adotado o teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância. Todas as análises foram processadas no *software* R Studio versão 4.0.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diferenciação de cerne entre os fustes foi visualmente possível em todos os tratamentos. A porcentagem de cerne entre as classes de diâmetro estabelecidas de cada tratamento variou entre 33 e 41% (Figura 2). A porcentagem de cerne variou entre os fustes, sendo que as árvores com 1 fuste e 2 fustes apresentaram as maiores porcentagens de cerne, enquanto as árvores que não foram submetidas a desbrota apresentaram as menores médias, se diferenciando estatisticamente das demais. Dado que o tratamento 1 fuste apresenta as maiores classes diamétricas, uma vez que o desenvolvimento do cerne acompanha o avanço da idade do lenho, pode-se confirmar que a proporção do cerne formado acompanha o aumento do diâmetro da árvore, apresentando a maior porcentagem de cerne. Este fato sugere que a formação de cerne das árvores depende do crescimento das árvores e, por consequência, tem relação com a quantidade de fustes. O que explica o porquê de o tratamento 1 e 2 fustes apresentarem as maiores porcentagens de cerne, sendo evidentes em SANTOS et al., 2004, madeiras de maiores diâmetros apresentam maior área de cerne, e conseqüentemente maiores relações cerne.

Figura 2 – Valores médios de porcentagem de cerne (A) e porcentagem da casca (B) em diferentes fustes de *Eucalyptus grandis* em sistema de talhadia.



Para a porcentagem de casca, encontrou-se valores que não obtiveram diferença estatística significativa comparados em sua interação nos tratamentos. A porcentagem de casca variou de 9 a 11% (Imagem 2). Para ambos os tratamentos a porcentagem de casca reduziu da base até cerca da metade da altura do fuste e voltou aumentar até o topo, mas sem alcançar os teores observados na base, também encontrado em estudo como o de SILVA, 2018.

4. CONCLUSÃO

A porcentagem de cerne foi maior em árvores com 1 fuste e 2 fustes. Árvores com 3 fustes apresentaram as menores porcentagens de cerne. Verificou-se uma relação significativa entre

o diâmetro da árvore e o diâmetro do cerne, ou seja, quanto maior for o crescimento da árvore traduzido pelo seu diâmetro maior será a área de cerne, sendo assim está coerente com o padrão normal de crescimento e desenvolvimento. A porcentagem de casca não apresentou diferença estatística significativa entre os 3 tratamentos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Cooperativo sobre Silvicultura e Manejo (PTSM) e ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) por todo apoio e pela concessão do material e da bolsa de estudo. Ao NUQMAD (Núcleo de Pesquisa em Qualidade da Madeira) pelo auxílio nas análises dos materiais.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, G. B. de; SOUSA, G. T. de O.; BARRETO, P. A. B.; CONCEIÇÃO JÚNIOR, V. Estimativas volumétricas em povoamentos de eucalipto sob regime de alto fuste e talhadia no sudoeste da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 68, p. 309, out/dez. 2011.

ALMEIDA, M. N. F.; PICOLI, E. A. T.; MOULIN, J. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ZAUZA, E. A. V.; LOOS, R. A.; HALL, K. B.; GOMES, D. S.; CONCEIÇÃO, G. J.; RODRIGUES, P. D.; VIDAURRE, G. B. Propriedades da madeira como potenciais biomarcadores de tolerância a distúrbios fisiológicos: comparação de genótipos de eucalipto divergentes. **Scientia Forestalis**. v. 50, e 3864, mar. 2022.

BERTI, C. L. **Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma, em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*, aos 24 anos de idade em Luiz Antônio - SP.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 69 p., 2010.

EVANS, J.; TURNBULL, J. **Plantation forestry in the tropics: The Role, Silviculture, and Use of Planted Forests for Industrial, Social, Environmental, and Agroforestry Purposes.** Oxford: Clarendon Press. 3 ed. 488 p., jun. 2004.

FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. Condução de plantios de *Eucalyptus* em sistema de talhadia. **Colombo: Embrapa Florestas**, 28 p., e. 1, dez. 2005.

HILLIS, W. E. Heartwood and tree exudates. **Berlin: Springer-Verlag**, v. 4 268 p., ago. 1987.
INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório Anual 2021: ano base 2020. IBÁ, Brasília, 93 p. 2021.

IPEF – **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Silvicultura e Manejo, 2008**. Disponível em < <http://www.ipef.br/silvicultura/manejo.asp>>. Acesso em 5 de Novembro de 2022.

KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, v. 24, p. 9-26, ago. 1983.

LIMA, L. M, GARCIA, J.N. Efeito do desbaste e da fertilização na porcentagem de casca e conicidade de toras de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, Curitiba, PR, v.41, n.2, p.310, jun. 2011.

MENDONÇA, C.C.; BRITO, C.; MOMESSO, L.P.; SOLER, R.R.; NASCIEMNTO, R.L.; GUERRA, S.S.P.; Quantificação Volumétrica de Madeira em Área de Rebrotas. **9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA**, São Paulo, SP, 4 p. out. 2014.

SANTOS, P. E. T.; GARCIA, J. N.; GERALDI, I. O. Posição da tora na árvore e sua relação com a qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 142-151, dez. 2004.

SILVA, C.L.; ROLDAO, B.C.; SANTOS, L.D.T.; HEIN, P.R.G.; Lenho e Casca de *Eucalyptus* e *Acacia* em Plantios Monoespecíficos e Consorciados. **Floresta e Ambiente**. v. 25, n. 1. e00081914. 2018.



CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE TRÊS ESPÉCIES DO BIOMA CAATINGA

Lorrainy de Jesus Oliveira^{1*}, Leticia Aramuni Alberto Ribeiro¹, Stéffany de Lima Araujo¹, Rejane Costa Alves¹, Alan Caue de Holanda²

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil. ² Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró/RN, Brasil. * autor correspondente: lorrainyq@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização anatômica de três espécies de madeiras comerciais provenientes do Bioma Caatinga. Foram analisadas as madeiras cumaru (*Amburana cearensis*), imburana (*Commiphora leptophloeos*), e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*). De cada espécie, foram abatidas 7 árvores seguindo o padrão do formato do tronco, destes coletou-se discos na altura do DAP e a partir dos discos foram confeccionados corpos de prova com as dimensões 1,5 x 1,5 x 1,5 cm. Nas amostras, realizou-se os cortes histológicos proporcionando as medições da frequência vascular [n°/mm^2], diâmetro tangencial de poros [μm], altura [μm], largura [μm] e frequência dos raios [n°/mm]. Para a obtenção das fibras as análises foram submetidas ao processo de maceração e posteriormente confeccionou-se lâminas com glicerina. Através dos resultados obtidos, ambas espécies mostraram potencial para algumas finalidades, contudo, é importante a análise de outros parâmetros tecnológicos, para confirmar esse desempenho.

Palavras-chave: Frequência dos raios; Anatomia das fibras; Frequência vascular.

1. INTRODUÇÃO

Embora tenha ocorrido um aumento de pesquisas científicas nos últimos anos, ainda é possível perceber a falta de informações sobre as propriedades tecnológicas de madeiras do Bioma Caatinga, o que é um fator negativo para a aceitação do material no mercado. Diante disso, o conhecimento das propriedades da madeira desse Bioma, torna-se necessário, pois orienta para uma correta utilização do material de acordo com o produto final desejado, diminuindo a utilização em excesso de algumas espécies nativas.

A estrutura anatômica possui uma grande influência nas demais propriedades da madeira, o comportamento mecânico da madeira (secagem, colagem de peças, trabalhabilidade e outros), por exemplo, está intimamente associado à sua estrutura anatômica e composição química elementar. Além disso, através da anatomia é possível diferenciar espécies, identificar corretamente o material, entender seu funcionamento e conseqüentemente melhorar seu manejo (ARAGÃO, 2014). A identificação anatômica é realizada pela análise macro ou microscópica da madeira, e neste caso, podem ser visualizados três elementos: os vasos, as fibras e os raios. Sendo as fibras e os vasos os elementos mais estudados na caracterização anatômica da madeira (RODRIGUES, 2016).

Este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização anatômica de três espécies de madeiras comerciais provenientes do bioma Caatinga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram analisadas três espécies nativas do seminário Brasileiro, sendo elas: cumaru (*Amburana cearensis*), imburana (*Commiphora leptophloeos*) e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*). O material foi coletado da área de manejo localizada na Fazenda Baixa da Oiticica, situada no município de Upanema, Estado do Rio Grande do Norte com coordenadas geográficas S 5°29'58,2" e W 37°20'28,8".

Para cada espécie foram abatidas sete árvores, seguindo o padrão de seleção de acordo com o formato do tronco. Dos discos na altura do DAP de cada árvore, foram retiradas amostras com dimensões 1,5 x 1,5 x 1,5 cm, totalizando 21 amostras para caracterização anatômica. Posteriormente, o material foi enviado para a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

As análises foram realizadas nos laboratórios de Anatomia da Madeira e de Qualidade da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Para a caracterização anatômica utilizou-se o microscópio Zeiss, modelo Axio Scope A1 acoplado ao software Axio Vision SE64 e seguiu-se as recomendações da Comissão Panamericana de Normas Técnicas (COPANT, 1974) e da Associação Internacional de Anatomistas de Madeira (IAWA, 1989).

A partir dos corpos de prova, realizaram-se os cortes histológicos proporcionando as medições da frequência vascular [n° de células], diâmetro tangencial de poros [μm], altura [μm],

largura [μm] e frequência dos raios [n°/mm]. Os cortes histológicos tiveram uma variação de 18 a 20 [μm] em micrótomo de deslize para a espessura e na montagem das lâminas utilizou-se glicerina e água destilada.

Posteriormente o material foi submetido ao processo de maceração para a obtenção das fibras. Para o macerado, seguiu-se o método proposto por Nicholls e Dadswell descrito por (RAMALHO, 1987) em que se utiliza ácido acético e peróxido de hidrogênio. Em seguida, o material foi colocado em estufa a $60 \pm 2^\circ \text{C}$ por um período de 48 horas e após esse tempo, o macerado foi lavado e colorido com Safranina, e por último foram preparadas lâminas com glicerina. Para cada parâmetro anatômico (poros, raios e fibras) realizou-se uma repetição de vinte e cinco mensurações por árvore, totalizando 175 mensurações por espécie, e 525 mensurações no total por parâmetro analisado.

Após as mensurações, os valores médios por espécie foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o Software estatístico Minitab 16.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, estão apresentados os valores médios e seus respectivos coeficientes de variação (entre parênteses) dos elementos anatômicos poros, parênquima radial (raio) e fibra das madeiras estudadas.

Tabela 1 – Resultados médios dos parâmetros anatômicos das três espécies do Bioma Caatinga.

Madeiras	POROS/VASOS			RAIOS		FIBRAS	
	Diâ. [μm]	Freq. [$\text{n}^\circ/\text{mm}^2$]	Comp. [μm]	Larg. [μm]	Freq. [n°/mm]	Comp. [μm]	Esp [μm]
Cumaru	140,56 A (15%)	4,05 A (35%)	186,71 C (19%)	35,84 B (20%)	4,78 A (23%)	1065,01 A (10%)	5,01 B (15%)
Imburana	105,68 B (14%)	22,17 B (23%)	252,12 A (22%)	40,02 A (19%)	4,87 A (28%)	831,79 B (11%)	4,66 C (17%)
Pereiro	46,34 C (11%)	43,51 C (17%)	134,68 B (26%)	16,16 C (18%)	6,66 B (23%)	1169,01 C (9%)	5,33 A (13%)

Legenda: Diâ.: Diâmetro; Freq.: Frequência; Comp.: Comprimento; Larg.: Largura; Esp.: Espessura. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação de cada parâmetro. Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si (Tukey; $p > 0,05$).

Fontes: Os autores (2022).

Nota-se que estatisticamente as espécies diferiram pelo teste de Tukey, em ambas as variáveis analisadas no parâmetro anatômico vasos. A madeira cumaru, foi a espécie que atingiu

o maior valor médio para o diâmetro dos vasos, e como esperado, os menores valores para a frequência por mm². O oposto foi notável para a madeira pereiro, em que obteve menores valores para o diâmetro dos poros e maiores resultados para a frequência dos poros. A autora Pellegrino (2012), encontrou para o diâmetro dos vasos da espécie *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro) um valor médio de 47,9 [µm], resultado próximo ao encontrado neste estudo.

Em relação a frequência dos raios, estatisticamente as madeiras cumaru e imburana foram semelhantes e obtiveram uma menor quantidade de raios por milímetros. A predominância na frequência dos raios ficou a cargo da madeira pereiro, por outro lado, obteve os menores resultados tanto para o comprimento, quanto para a largura. A superioridade em ambos os parâmetros (comprimento e largura) foi obtido pela madeira imburana, e estatisticamente as espécies diferiram entre si. O comportamento atingido pela madeira imburana, pode influenciar positivamente na secagem em tora do material, visto que, segundo os autores Monteiro et al., (2017) o efeito dos raios é evidente na secagem em toras, e com isso, a seleção de materiais genéticos com maior comprimento dos raios terá secagem mais rápida.

Se tratando dos resultados obtidos para as fibras, o pereiro dispôs do maior valor de comprimento e de espessura da parede celular, por outro lado, a inferioridade de ambos os parâmetros ficou a cargo da madeira imburana. Notou-se uma tendência de fibras com maiores comprimentos apresentarem também paredes celulares mais espessas, como comprovado por Sette Junior et al., (2012) e Trevisan et al., (2017). A madeira pereiro apresentou comprimento semelhante ao encontrado por Aragão (2016), mas em relação à espessura, os resultados aqui obtidos foram cerca de 40% menores. Há uma semelhança entre os ambientes de plantio e o clima de ambas as regiões, logo a diferença se deve a idade, posições de coleta e principalmente a heterogeneidade da madeira.

Muito se sabe que para a fabricação de celulose e papel, as dimensões das fibras de madeira são excelentes divulgadores da capacidade daquela espécie Foelkel (2010). Existe uma forte ligação entre madeiras com maior espessura de parede celular, apresentar também uma maior densidade, assim como comprovado por Gonzalez et al., (2014) e Carreira (2014). Logo, é possível relatar que as madeiras pereiro e cumaru possuem tendência de apresentarem os maiores valores de densidade básica, o que poderiam ser recomendadas para usos como fachadas, decks, esquadrias, construção civil, entre outros.

4. CONCLUSÃO

No presente estudo é possível observar que não houve um padrão definido que relacione o comportamento dos três parâmetros anatômicos entre as três espécies. Contudo, dentro de cada parâmetro houve uma relação entre as variáveis, por exemplo, a espécie que apresentou maior diâmetro de vasos, obteve uma menor frequência.

Pelo comportamento obtido nos parâmetros anatômicos, as espécies mostraram relevância para algumas finalidades, contudo, é necessária uma avaliação em outros aspectos tecnológicos, para confirmar o seu desempenho.

REFERÊNCIAS

Aragão, J. R. V. **Anatomia da madeira e dendroecologia de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Apocynaceae), no semiárido sergipano.** 2014. 59 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.

Carreira, F. S. **Determinação da densidade básica e das dimensões de fibras de um clone de *Eucalypto urograndis* plantado em dois locais no ano de 2007.** 2016. 22 p. Monografia (Graduação em Ecologia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

Comission Panamericana DE Normas Técnicas. **COPANT: Descrição de características generales macroscopias de lãs maderas angiospermas dicotiledôneas.** v. 30, p. 1-19, 1974.

FoelkeL, C. E. Individualização das Fibras da Madeira do Eucalipto para a Produção de Celulose Kraft. ***Eucalyptus Online Book & Newsletter***, 2010.

Gonçalez, J. C.; Santos, G. L.; Silva Junior, F. G.; Martins, I. S.; Costa, J. A. Relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de *Eucalyptus urograndis*. ***Scientia Forestalis***, v. 42, n. 101, p. 81-89, 2014.

International Association of Wood Anatomists. List of microscopic features for hardwood identification. ***IAWA Bulletin***, v. 10, n. 3, p. 210-232, 1989.

Monteiro, T. C.; Lima, J. T.; Hein, P. R. G.; Silva, J. R. M.; Trugilho, P. F.; Andrade, H. B. Efeito dos elementos anatômicos da madeira na secagem das toras de *Eucalyptus* e *Corymbia*. ***Scientia Forestalis***, Piracicaba, v. 45, n. 115, p. 493-505, 2017.

Ramalho, R. S. O uso de macerado no estudo anatômico de madeiras. Viçosa. UFV, 1987. 4p.

Rodrigues, A. C. C. Morfologia de vasos e fibras da madeira de poliplóide e clones de híbridos de *E. grandis* X *E. urophylla* visando a produção de papel. 2016. 35p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2016.

Sette Junior, C. R.; Oliveira, I. R.; Tomazello Filho, M.; Yamaji, F. M.; Laclau, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 1183-1190, 2012.

Silva, J. C. Anatomia da madeira e suas implicações tecnológicas. Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. 2005.

Pellegrino, N. S. L. Anatomia Ecológica do Lenho de *Aspidosperma pyriforme* Mart. (Apocynaceae) ocorrente na Caatinga paraibana. 2012. 42 f. Monografia (Graduação Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraíba, João Pessoa, 2012.

Trevisan, R.; Rosa, M; Haselein, C. R.; Santini, E. J.; Gatto, D. A. Dimensões das fibras e sua relação com a idade de transição entre lenho juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Ciência Florestal, v. 27, n. 4, p. 1385-1393, 2017.

CAPÍTULO

IV

DESENVOLVIMENTO DE UM APARELHO PARA CAPTURAR FORMALDEÍDO ATMOSFÉRICO EM MANTA DE ALGODÃO

Félix Queiroz de Jesus¹, Emilly Soares Gomes da Silva^{1}, Humberto Fantuzzi Neto¹, Fabricio Gomes Gonçalves¹*

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
*autor correspondente: emillysoaresgomes@gmail.com

Resumo: O objetivo do trabalho visou o desenvolvimento de um equipamento capaz de capturar o formaldeído atmosférico no interior de uma fábrica de painéis de *Medium Density Fiberboard* (MDF). Um protótipo de sucção de ar e passagem do ar por uma manta de algodão foi desenvolvido no Laboratório de Painéis (LABPA), onde antes da sua aplicação na área industrial de painéis de MDF, foi instalado em laboratório para teste preliminar. A água foi utilizada para análise no intuito de avaliar o seu desempenho junto ao reagente de grafite aplicado, visando assim analisar a presença de formaldeído no aparelho. Foi efetuado o teste de volatilidade do formaldeído impregnado no algodão seco e mantido em estufa, e outro algodão exposto ao ambiente, onde após 20 dias, foram analisados para inferir a presença de formaldeído. Através dos testes efetuados por meio de um sistema fechado onde a passagem de formaldeído foi forçada em manta de algodão, foi possível detectar com o auxílio do reagente de grafite que houve presença de formaldeído na água resultante da lavagem da manta de algodão. Ao analisar o equipamento de passagem forçada de ar, verificou-se que as amostras instaladas no LABPA e na área da fábrica de painéis de MDF não detectaram a presença do formaldeído mesmo com o auxílio do reagente de grafite. Contudo, conclui-se que as possíveis justificativas para tal ocorrência pode estar associada a baixa concentração de formaldeído presente na manta de algodão e a evaporação do formaldeído entre o tempo de coleta e os testes laboratoriais.

Palavras-chave: Protótipo; Emissão gasosa; MDF; Manta de algodão.

1. INTRODUÇÃO

O ar constitui um elemento indispensável à vida e, por essa razão, precisa se de qualidade, já que é combustível para todos os seres vivos existentes no planeta, sendo a qualidade do ar interior (QAI) um dos aspectos mais abordados a nível científico e que tem gerado preocupações no mundo todo com o aumento de emissões de gases ao longo dos anos.

A importância em saber a QAI no ambiente está relacionada com a exposição em que as pessoas estão submetidas, não sendo essa só uma questão relativa de saúde pública, mas também a respeito à saúde operacional, onde é evidente que a exposição à um ambiente inadequado à ocupação, pode ocasionar problemas na atividade operacional como alta taxa de absenteísmo (trabalhador que falta ao trabalho), redução na produtividade e na qualidade de vida do trabalhador (INMETRO, 2013).

Nos casos onde a qualidade do ar é comprometida pelos grupos de compostos orgânicos voláteis (COVs) que são os compostos orgânicos cuja pressão de vapor a 20 °C é inferior à pressão atmosférica normal ($1,013 \times 10^5$ Pa), a qualidade do ar é considerada inadequada em determinados ambientes (BREGINSKI, 2015), sendo as indústrias químicas as principais causadoras desse quadro, onde uma das matérias-primas de grande uso e que tem se destacado em virtude do seu potencial poluidor é o formol ou formaldeído, caracterizado por ser um gás incolor e que é solúvel na água e que reage rapidamente com o local de contato (COELHO, 2009).

O formaldeído é um dos poluentes de ambientes interiores mais estudados, sendo classificado no Grupo 1 (substâncias cancerígenas ao ser humano), pela Agência Internacional para Pesquisa Sobre o Câncer (IARC, 2012). As resinas à base de formaldeído são componentes utilizados nas indústrias produtoras de placas de *Medium Density Fiberboard* (MDF), sendo amplamente empregados na construção de móveis e painéis decorativos.

Em decorrência da sua toxicidade e ampla utilização, métodos têm sido testados para avaliar a presença do formaldeído atmosférico, sendo um dos aspectos limitantes para sua viabilização o alto custo de processos, e equipamentos que podem dificultar sua aceitação nas indústrias, evidenciando assim a importância de projetar e testar novos aparelhos que sejam rápidos na detecção do poluente e que seja de baixo custo para o setor. Nesse sentido, o presente trabalho visa desenvolver um protótipo que seja capaz de capturar e fixar o formaldeído presente no ar atmosférico em uma manta de algodão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Desenvolvimento do protótipo de sucção de ar

O equipamento foi desenvolvido no Laboratório de Painéis (LABPA) do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, em Jerônimo Monteiro, Espírito Santo.

O protótipo do medidor portátil do ar foi desenvolvido com um cooler de vento de 12 volts e 0,4 amperes, um tubo de cano plástico de 100 mm de diâmetro e 20 cm de comprimento, uma manta de algodão utilizada como filtro de ar, uma fonte de alimentação de 12 volts, cola de silicone (para vedação), uma tela de 10 cm² e tinta spray na cor preta.

2.2 Instalação dos protótipos

Para a aferição do produto foram montados seis protótipos com as mesmas características próximas a prensa do laboratório e em campo industrial. Em campo industrial, os aparelhos foram instalados na empresa Placas do Brasil S/A, localizada no município de Pinheiros, Espírito Santo.

Os protótipos foram instalados em 5 pontos estratégicos na área industrial que foram definidos conjuntamente com a equipe técnica da empresa, sendo quatro pontos dentro da fábrica próximos a prensa contínua e um no exterior na Estação de Tratamento de Efluente. Após instaladas, as primeiras amostras foram coletadas após 12 horas, durante 5 dias ininterruptos. A cada 12 horas de funcionamento, as mantas de filtro de algodão foram substituídas.

Ao todo, cinco repetições em cada ponto amostral para cada período foram analisadas. O algodão coletado foi armazenado em sacos de polietileno, lacrados e conduzidos para o LABPA para análise.

2.3 Análise da eficiência do protótipo e teste do reagente de grafe

A manta de algodão coletada foi disposta em frasco de vidro com 50 ml água destilada visando a transferência de um possível formaldeído, sendo a duração de tal procedimento de 24 horas. Posteriormente, retirou-se 2 ml da solução obtida, que foi submetida ao contato com reagente de grafe (6 a 10 gotas da solução), que mudando de cor, atestaria a eficiência do protótipo de coleta de ar. Esse mesmo procedimento foi realizado com uma manta similar, porém sem nenhum contato com o formaldeído para ser utilizado como o tratamento zero, onde foi comparado como parâmetro de teste.

Após a análise do material coletado próximo a prensa no LABPA, iniciou-se os testes do material adquirido na fábrica de MDF, onde foram analisadas 50 mantas. O reagente de grafe foi preparado mediante a dissolução de 1g de difenilamina em 100g de H₂SO₄ concentrado. Para a detecção do formaldeído com o reagente de grafe, foi montado um sistema fechado com três Kitassatos contendo 50 ml de formaldeído puro que foi aquecido à 40° C por 30 minutos.

2.4 Teste de volatilidade do formaldeído impregnado no algodão

Para o teste da volatilidade do formaldeído no algodão, selecionou-se aleatoriamente duas amostras de algodão de massa desconhecida que foram submersas em formaldeído puro. Uma

amostra foi mantida em estufa por 20 dias, e outro algodão em um ambiente aberto do LABPA pelo mesmo período. Os algodões foram testados no 1º e 3º dia após o período de 20 dias com o auxílio do reagente grafê nas mesmas proporções citadas no tópico anterior.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar as mantas obtidas próximas à prensa do laboratório e próximas à prensa da indústria, verificou-se que não houve presença de formaldeído nas mesmas, de modo que, pudesse ser identificada pelo reagente de grafê. Foi observado que a aplicação de poucas gotas do reagente deixou o material em análise com uma coloração nebulosa, o que dificultou a análise visual. No entanto, ao aplicar mais gotas do reagente na solução obtida, constatou-se uma melhor visualização do material que possibilitou uma análise mais limpa, sendo esse mesmo fenômeno observado também na amostra zero, indicando assim que não houve a presença suficiente de formaldeído nas amostras.

O teste efetuado em sistema fechado para coleta de formaldeído (gás) com auxílio de 10 gotas do reagente de grafê apresentou o mesmo aspecto nebuloso verificado anteriormente, sendo o diferencial, a formação de um anel na parte superior do tubo de ensaio, evidenciando assim a presença de formaldeído na manta de algodão do sistema fechado.

Em relação ao teste de volatilidade, verificou-se que os dois algodões, após o período de 24 horas secando em estufa e outro em ambiente aberto do LABPA, apresentaram odor característico de formaldeído no ambiente, evidenciando a presença de tal composto. No entanto, apesar desse aspecto, quando em contato com o reagente, as amostras apresentaram apenas a coloração nebulosa sem a formação do anel que evidenciaria a presença do formaldeído.

Após um período de 72 horas, o comportamento das amostras continuou o mesmo, mesmo após 20 dias, onde o cheiro ainda se fazia presente no local de estudo. Contudo, mesmo com uma certa dificuldade para observar a nebulosidade após contato com o reagente, pode-se afirmar que existe uma volatilidade no algodão, pois foi possível a detecção de formaldeído pelo odor.

4. CONCLUSÃO

O método qualitativo do reagente grafê para detectar a presença de formaldeído funciona, porém, em concentrações relativamente superiores às do presente estudo. O formaldeído liberado no ambiente fabril estudado não apresenta quantidades suficientes para ser capturado pelo protótipo analisado em questão. Contudo, recomenda-se que novas adaptações sejam realizadas no protótipo e que ajustes sejam efetuados na metodologia para que se tenha uma melhora na eficiência do aparelho.

REFERÊNCIAS

BREGINSKI, H. D. B.; SCHIMID, A. L. Qualidade do ar em ambiente interior: Experimentos exploratórios sobre a presença de formaldeído. In: XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído. 10p. Campinas, v. 1, outubro 2015.

COELHO, M. C. S. D. M. **O formaldeído em ambiente laboral: determinação do ácido fórmico em urina de trabalhadores de uma fábrica produtora de formaldeído.** 2009. 142p. Dissertação (Mestrado em Toxicologia Analítica, Clínica e Forense) – Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Portugal, 2009.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **Chemical agentes and related occupations: a review of human carcinogens.** Lyon, France: IARC, 2012. p. 401-435. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, v. 100F). Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-29.pdf>. Access in: 30 August 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INMETRO. **Qualidade do Ar em Estabelecimentos de Uso Público e Coletivo,** 2013. Acesso em: 25 agosto de 2021. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/qualidadedoAr.asp>. Acesso em: 58 Ago. 2021.

CAPÍTULO
TULO VFIOS DE MICROFIBRILAS DE CELULOSE EM MATRIZ DE
ALGINATO: IMPACTO DAS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES
DA MATRIZ NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS

Lucas Braga Mulin^{1}, Emanuel Bizareli de Moraes¹, Rômulo Dassi
Pacheco¹, Michel Picanço Oliveira¹, Jordão Cabral Moulin¹*

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES),
Brasil. *autor correspondente: lucasbmoulin@gmail.com

Resumo: Objetivando medir o impacto das concentrações de alginato nas propriedades mecânicas dos fios de microfibrilas de celulose (CMF) produzidos em matriz deste polímero, este trabalho produziu fios com diferentes concentrações deste material. Foram utilizadas 4 diferentes concentrações de alginato, sendo elas, 2, 3, 4 e 5 %, com os fios sendo produzidos através da extrusão do material em um fluxo contínuo do solvente. Os fios produzidos foram deixados no ambiente por 1 semana para secar, sendo posteriormente medidos em microscópio para obtenção de seus diâmetros e ensaiados em uma máquina de teste universal para obtenção das propriedades mecânicas dos fios. Com os resultados do ensaio mecânico foram calculados os módulos de resistência, elasticidade e deformação sofrida pelo fio durante o ensaio. Os resultados permitiram concluir os fios com 3 % de alginato foram as melhores opções, uma vez que obtiveram as melhores propriedades e, também, sendo melhores para produção em escala industrial.

Palavras-chave: MOR; MOE; Deformação.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de métodos de fiação para permitir a utilização dos nanomateriais celulósicos (CNM) vem sendo desenvolvidas com o objetivo de permitir a utilização da celulose proveniente da polpa celulósica de origem madeireira na confecção de fios, tal tecnologia ofereceria fios alternativos as fibras naturais (DEBOIS et al., 2022; FOSTER et al., 2018). Atualmente, existem três técnicas de fiação comerciais, são elas, a fiação do fundido e a fiação da solução, que pode ser seca ou úmida (CLARKSON E YOUNGBLOOD, 2018). Destas, a fiação por solução é a principal alternativa para a fiação das microfibrilas de celulose (CMF), com a fiação por solução do tipo úmido podendo ser otimizada com a utilização de um fluxo contínuo sob o solvente (CLARKSON et al., 2019; HAKANSSON et al., 2014).

A fiação das CMF pode ser realizada com ou sem a adição de um polímero, tendo o álcool polivinílico (PVA), o ácido polilático (PLA), o óxido de polietileno (PEO), a poliacrilonitrila (PAN) e o alginato, como alternativas de uso (CLARKSON et al., 2019; LUNDHAL et al., 2017). Entre as opções mencionadas, o alginato se destaca por ser um biopolímero renovável, abundante, sustentável, biodegradável, biocompatível e barato (MARANGONI JUNIOR et al., 2022; SAJI et al., 2022). Adicionalmente, sua reação de gelificação é rápida e poder ser feita com a utilização de íons metálicos, como o Ca^{2+} (BENSLIMA et al., 2021).

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo analisar o impacto que diferentes concentrações de alginato de sódio exercem nas propriedades mecânicas dos fios de CMF produzidos, para isso, este trabalho produziu e ensaiou fios com diferentes concentrações deste polímero, para descobrir a alternativa com o melhor desempenho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

1.1. Materiais

Utilizou-se CMF em concentração de 4,5% (m/m) oriundas do processo Kraft e fornecidas pela empresa Klabin S.A. Também foram utilizados alginato de sódio e cloreto de cálcio da marca Êxodo Científica.

1.2. Composição dos fios

Os fios foram produzidos utilizando uma matriz de alginato de sódio com a CMF como fase dispersa. Foram utilizadas diferentes concentrações (m/m) de alginato de sódio, sendo elas, apresentadas na Tabela 1. Cloreto de cálcio em concentração de 1 mol/L foi utilizado como solvente.

Tabela 1 – Concentrações de alginato e seus respectivos códigos.

Alginato (%)	Código
2	A2
3	A3
4	A4
5	A5

Fonte: Autores (2022).

1.3. Produção dos Fios

O preparo do material foi feito utilizando-se um béquer, neste as CMF foram adicionadas, com a respectiva massa de alginato sendo adicionada em sequência. Com ambos adicionados, a mistura foi feita utilizando-se um agitador mecânico a 2.000 rpm, durante 30 min, para homogeneização do material.

A produção dos fios utilizou o método de fiação em solução úmida com o solvente em fluxo contínuo como proposto por Hakansson et al. (2014). Para isso, o cloreto de cálcio foi mantido em um fluxo com velocidade de 0,242 m/s e a mistura do fio injetada através de uma seringa de 10 mL, acoplada da parte externa de uma agulha 14G, a uma taxa de 0,5 mL/s. Após sua confecção, os fios foram secos a temperatura ambiente por 1 semana.

1.4. Ensaio mecânico

Foram realizados testes de tração nos fios utilizando uma máquina de teste universal modelo AME-2kN da marca Oswaldo Filizola, equipada com célula de carga de 1kN. Os fios foram posicionados nas garras de maneira a deixar um vão de 30 mm, sendo submetidos a um alongamento de 10 mm/min, seguindo os parâmetros definidos pela norma D2256-21 (ASTM, 2021) e sendo realizada 5 repetições.

Para a obtenção do diâmetro dos fios, foram realizadas duas medições, em três diferentes seções do fio, utilizado o microscópio Zeiss, modelo Axio Scope A1, sob aumento de 50x.

1.5. Análise estatística

Para comparação das análises dos fios com diferentes composições, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), para um delineamento inteiramente casualizado, seguido pelo teste de Scott-Knott Este foram precedidos pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk e o teste de homoscedasticidade de Bartlett, todos com 95% de nível de significância. O desvio padrão foi utilizado como medida de dispersão.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades mecânicas obtidas através do ensaio de tração são apresentadas na Tabela 1. Ao analisar os resultados obtidos podemos perceber que o aumento da concentração de alginato levou inicialmente a um aumento do módulo de ruptura (MOR), uma vez que esta propriedade aumentou seu valor de 2 % para 3 %, se mantendo posteriormente estatisticamente igual. Tal fato pode ser em decorrência do aumento a 3% de concentração elevar a um patamar em que a reação com o solvente na concentração de 1 mol/L seja ótima ou próxima a isso, uma vez que segundo Besiri, Goudoulas e Germann (2022), sua concentração influi diretamente nas características do alginato de cálcio formado.

Tabela 1. Propriedades mecânicas dos fios.

Fio	Deformação (%)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
A2	103 ± 21 ^b	43,7 ± 11,2 ^b	162,7 ± 30,0 ^b
A3	66 ± 19 ^c	118,3 ± 49,1 ^a	891,9 ± 408,1 ^a
A4	139 ± 32 ^a	100,1 ± 45,0 ^a	227,9 ± 91,5 ^b
A5	51 ± 9 ^c	148,1 ± 29,5 ^a	438,1 ± 146,8 ^b

Legenda: MOR: módulo de resistência. MOE: módulo de elasticidade. Desvio padrão como medida de dispersão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a um nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autores (2022).

O aumento inicial da concentração de alginato levou, em geral, a uma diminuição na deformação sofrida pelos fios durante o ensaio, com a concentração de 4 % sendo a exceção. Este também levou a um aumento do módulo de elasticidade (MOE) da concentração de 2 % para a de 3 %, porém, este aumento não seguiu com o aumento das concentrações de alginato, não diferindo nas concentrações de 2, 4 e 5 %. A diminuição da deformação e o aumento no módulo de elasticidade podem ser explicados por uma melhor interação da matriz de alginato com a fase dispersa de CMF, uma vez que tal comportamento leva a formação de fios mais coesos estruturalmente (ZHANG et al., 2022).

Um dos limitantes no aumento da concentração do alginato foi o aumento da viscosidade, uma vez que a cada ponto percentual aumentado, a viscosidade aumentava drasticamente, a ponto de na concentração de 5 % a mistura se aproximar do estado sólido. Tal fator pode influenciar diretamente na produção em larga escala, uma vez que na concentração mais alta, tal comportamento impacta diretamente na homogeneização e mistura do material, bem como em sua extrusão, que é dificultada em maiores concentrações.

3. CONCLUSÃO

Analisando tanto as propriedades mecânicas quanto os aspectos produtivos, como a viscosidade da mistura, o fio com concentração de 3% de alginato pode ser apontado como a melhor opção de produção, uma vez que apresenta os maiores valores para o MOR e o MOE, ao mesmo tempo que sua mistura não apresenta uma viscosidade tão elevada, permitindo assim a escalabilidade da produção.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D2256-21**: Standard test method for tensile properties of yarns by the single-strand method. ASTM International, West Conshohocken, 2021, p. 13.

BENSLIMA, A.; SELIMI, S.; HAMDI, M.; NASRI, R.; JRIDI, M.; COT, D.; LI, S.; NASRI, M.; ZOUARI, N. The brown seaweed *Cystoseira schiffneri* as a source of sodium alginate: Chemical and structural characterization, and antioxidant activities. **Food Biosci.**, v. 40, n. 100873, p. 1-10, 2021.

BESIRI, I. N.; GOUDOULAS, T. B.; GERMANN, N. Impact of CaCl_2 concentration and *in situ* rheometric setup configuration on fast alginate- Ca^{2+} reaction. **Phys. Fluids**, v. 34, n. 053104, p. 1-9, 2022.

CLARKSON, C. M.; EL AWAD AZRAK, S. M.; CHOWDHURY, R.; SHUVO, S. N.; SNYDER, J.; SCHUENEMAN, G.; ORTALAN, V.; YOUNGBLOOD, J. P. Melt spinning of cellulose nanofibril/polylactic acid (CNF/PLA) composite fibers for high stiffness. **Appl. Polym. Mater.**, v. 1, p. 160-168, 2019.

CLARKSON, C. M.; YOUNGBLOOD, J. P. Dry-spinning of cellulose nanocrystal/polylactic acid composites fibers. **Green Materials**, v. 6, n. 1, p. 6-14, 2018.

DEBOIS, I. J.; AGARWAL, E.; KAPOOR, A.; MATHUR, K. Tribology of the sock-skin interface – The influence of different fabric parameters on sock friction. **J. Foot Ankle Res.**, v. 15, n. 61, p. 1-11, 2022.

FOSTER, E. J.; MOON, R. J.; AGARWAL, U. P.; BORTNER, M. J.; BRAS, J.; CAMARERO-ESPINOSA, S.; CHAN, K. J.; CLIFT, M. J. D.; CRANSTON, E. D.; EICHHORN, S. J.; FOX, D. M.; HAMAD, W. Y.; HEUX, L.; JEAN, B.; KOREY, M.; NIEH, W.; ONG, K. J.; REID, M.

S.; RENNECKAR, S.; ROBERTS, R.; SHATKIN, J. A.; SIMONSEN, J.; STINSON-BAGBY, K.; WANASEKARA, N.; YOUNGBLOOD, J. Current characterization methods for cellulose nanomaterials. **Chem. Soc. Rev.**, v. 47, n. 8, p. 2511-3006, 2018.

HAKANSSON, K. M. O.; FALL, A. B.; LUNDELL, F.; YU, S.; KRYWKA, C.; ROTH, S. V.; SANTORO, G.; KVICK, M.; WITTEBERG, L. P.; WAGBERG, L.; SODERBERG, L. D. Hydrodynamic alignment and assembly of nanofibrils resulting in strong cellulose filaments. **Nat. Commun.**, v. 5, n. 4018, p. 1-10, 2014.

LUNDAHL, M. J.; KLAR, V.; WANG, L.; AGO, M.; ROJAS, O. J. Spinning of cellulose nanofibrils into filaments: A review. **Ind. Eng. Chem. Res.**, v.56, n. 1, p. 8-19, 2017.

MARANGONI JUNIOR, L.; FOZZATTI, C. R.; JAMRÓZ, E.; VIEIRA, R. P.; ALVES, R. M. V. Biopolymer-based films from sodium alginate and citrus pectin reinforced with SiO₂. **Materials**, v. 15, n. 3881, p. 1-12, 2022.

SAJI, S.; HEBDEN, A.; GOSWAMI, P.; DU, C. A brief review on the development of alginate extraction process and its sustainability. **Sustainability**, v. 14, n. 5181, p. 1-20, 2022.

ZHANG, Y.; FAN, Y.; KAMRAN, U.; PARK, S-J. Improved thermal conductivity and mechanical property of mercapto group-activated boron nitride/elastomer composites for thermal management. **Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.**, v. 156, n. 106869, p. 1-9, 2022.

CAPÍTULO

VI

IMPACTO DO PRÉ-TRATAMENTO DE FOSFORILAÇÃO NA
OPACIDADE E ESTABILIDADE DAS NANOFIBRILAS DE
CELULOSE

Lucas Braga Moulin^{1}, Caio Cesar Nemer Martins², Matheus Cordazzo
Dias², Michel Picanço Oliveira¹, Gustavo Henrique Denzin Tonoli², Jordão
Cabral Moulin¹*

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES),
Brasil. ² Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Brasil.
*autor correspondente: lucasbmoulin@gmail.com

Resumo: Visando determinar o impacto do pré-tratamento de fosforilação na estabilidade da suspensão de nanofibrilas de celulose (NFC) e nos filmes formados com este material, este trabalho submeteu as fibras de *Eucalyptus* sp. branqueada a este pré-tratamento, utilizando duas concentrações de reagentes, sendo elas massa molar de 1:1:1 e de 1:2:2, para as fibras de eucalipto branqueadas, o fosfato diamônico e a ureia, respectivamente, e três diferentes tempos no tratamento térmico a 150 °C, 5, 20 e 40 minutos. Posteriormente o material passou pelo processo de fibrilação mecânica para a produção das NFC. A opacidade dos filmes formados com as NFC e a estabilidade das suspensões de NFC foram medidos, respectivamente, utilizando-se um espectrofotômetro e o ensaio de decantação. Os resultados demonstraram que todos os tratamentos tiveram ao menos a opacidade ou estabilidade aumentadas, com os tratamentos 1:1:1 20 min e o 1:2:2 40 min sendo os únicos a apresentar um aumento de ambas as propriedades.

Palavras-chave: Fibrilação mecânica; Decantação; Pré-tratamento químicos.

1. INTRODUÇÃO

As nanofibrilas de celulose (NFC) são microestruturas derivadas da celulose, um dos principais componentes estruturais da fibra das plantas. Consistem em um feixe longo de celulose com regiões cristalinas e amorfas (TARRÉS et al., 2017). As NFC podem ser obtidas por métodos biológicos, enzimáticos, químicos, mecânicos e/ou a combinação entre eles. Destes, o mecânico é empregado em escala industrial, consistindo na de um moinho fibrilador ou um homogeneizador de alta pressão (KANMANI et al. 2017). Dentre as possibilidades de alterar as NFC, os pré-tratamentos químicos podem ser utilizados, consistindo na inserção ou retirada componentes da parede celular da fibra (GHANADPOUR et al., 2015).

O TEMPO (2,2,6,6-tetrametilpiperidina-1-oxil) é um reagente que vem apresentando bons resultados a respeito da qualidade das NFC, porém, este reagente apresenta alto custo (TARRÉS et al., 2017). Visando uma alternativa mais barata e não tóxica (GHANADPOUR et al., 2015), o pré-tratamento das fibras por fosforilação, pode ser realizado. Este introduz grupos fosfóricos nas fibras, os quais introduzem cargas aniônicas na celulose ao se ligarem as hidroxilas dos carbonos 2, 3 e 6 da anidroglicose (KOKOL et al., 2015). Para ativação das reações químicas e evitar a degradação da celulose, a ureia é utilizada em conjunto (NADERI et al., 2016) e para que esta reação ocorra, o tratamento térmico é utilizado para fornecer energia necessária à mesma. A reação de fosforilação possui três variáveis, sendo eles, a razão molar do agente fosforilante, a quantidade de anidroglicosés presentes nas fibras e, o tempo e temperatura de reação (NADERI et al., 2016).

Com o objetivo de avaliar o efeito do pré-tratamento de fosforilação na opacidade e na estabilidade das NFC produzidas, este trabalho testou diferentes concentrações de reagentes e tempos de reação, avaliando seu impacto nestas propriedades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Materiais

Foram utilizadas fibras branqueadas de *Eucalyptus* sp., fornecidas pela empresa Klabin S. A. (Paraná/Brasil). Os reagentes utilizados foram o fosfato diamônico $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ e a ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) da NEON Comercial, com purezas de 99,27% e 99,46% respectivamente, o hidróxido de sódio (NaOH) da Nox Lab Solutions com concentração de 50% e o ácido clorídrico (HCl) da Sigma-Aldrich com concentração de 37%.

2.2. Pré-tratamento de fosforilação

A metodologia, as proporções e os tempos utilizados para os tratamentos químicos das fibras foram iguais aos utilizados por Mulin (2022), a Tabela 1 apresenta as combinações utilizadas.



Tabela 1 – Condições dos pré-tratamentos de fosforilação.

Fibras	Massas (g)		Tempos de tratamento térmico (min)	Código
	Fosfato diamônico	Ureia		
-	-	-	-	ST
1,0	1,2	4,9	5	1:1:1 5 min
			20	1:1:1 20 min
			40	1:1:1 40 min
1,0	2,5	10,0	5	1:2:2 5 min
			20	1:2:2 20 min
			40	1:2:2 40 min

Fonte: Mulin (2022).

a. Produção das NFC

A produção das NFC foi realizada através do processo de fibrilação mecânica utilizando o moinho ultrafino Super MassColloider (MasukoSangyo MKCA6-2). O processo consistiu na suspensão do material durante seis dias em água deionizada em concentração de 2% (m/m) de fibras, após este procedimento o material foi submetido a 5 passagens pelo fibrilador mecânico a 1.500 rpm (MULIN, 2022).

b. Opacidade dos filmes de NFC

A opacidade dos filmes de NFC foi determinada utilizando o espectrofotômetro CM-2600D da Konica Minolta, utilizando o sistema Cielab, com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e luz especular incluída, sendo coletado os parâmetros L* sob um padrão branco e sob um padrão preto. A opacidade foi calculada utilizando-se a Equação 1 (LAGO et al., 2021):

$$O = \frac{\left(\frac{L^* b}{L^* w} \right)}{T} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

O = opacidade (%/μm); L*b = L* sob o padrão preto; L*w = L* sob o padrão branco; T = espessura da amostra (μm).

c. Opacidade dos filmes de NFC

A estabilidade das amostras em água foi conduzida utilizando o processo de decantação

das NFC. Para isso, o material foi diluído em 30 mL de água a 0,25% (m/m), sendo colocados em tubos de ensaio em um lugar estável. O tubo permaneceu sob repouso por 8h e foram feitas fotografias ao final do tempo. As imagens foram analisadas pelo software ImageJ para medir quantitativamente a decantação das NFC. A estabilidade da água foi calculada de acordo com a Equação 2 (SILVA et al., 2021):

$$\text{Estabilidade} = \frac{\text{Decantado}}{\text{Total}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

Estabilidade = estabilidade das fibras (%); Total = altura de todo o líquido no tubo (cm); Decantado = Total menos a altura da água limpa, onde as fibras estão ausentes (cm).

d. Análise de Dados

Para comparação das análises das NFC com diferentes tratamentos químicos, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), para um delineamento inteiramente casualizado, seguido pelo teste de Tukey. Este foram precedidos pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk e o teste de homoscedasticidade de Bartlett, todos com 95% de nível de significância. Foi utilizado um tratamento controle, o ST, e o desvio padrão como medida de dispersão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os valores da opacidade para cada um dos tratamentos. As NFC apresentaram uma matriz de distribuição randômica, que juntamente com a formação de redes de hidrogênio, levaram a refração da luz, impedindo assim a sua passagem (LAGO et al., 2021). O tratamento 1:1:1 5min apresentou o menor valor de opacidade, o qual diferiu estatisticamente de todos os outros. Todos os demais tratamentos apresentaram valor igual ou superior estatisticamente ao encontrado no material sem tratamento. Tal fato pode ser um indicativo que o tratamento de fosforilação levou a produção de NFC com maior capacidade de interação entre si, ou seja, maior área superficial, levando a formação de filmes com um maior número de ligações entre as NFC.

Tabela 2 – Opacidade dos filmes e estabilidade das dispersões de NFC.

Tratamento	Opacidade (%/μm)	Estabilidade (%)
ST	1,72 ± 0,33 ^c	8,96 ± 6,92 ^a
1:1:1 5 min	1,37 ± 0,02 ^d	0,00 ± 0,00 ^b
1:1:1 20 min	1,98 ± 0,08 ^b	0,00 ± 0,00 ^b
1:1:1 40 min	2,19 ± 0,14 ^b	7,41 ± 0,89 ^a
1:2:2 5 min	2,26 ± 0,27 ^b	12,96 ± 1,68 ^a
1:2:2 20 min	1,68 ± 0,12 ^c	0,00 ± 0,00 ^b
1:2:2 40 min	2,53 ± 0,31 ^a	0,00 ± 0,00 ^b

Legenda: Desvio padrão como medida de dispersão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a um nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autores (2022).

O ensaio de decantação é o método qualitativo para avaliar a estabilidade das dispersões, uma vez que quanto maior for a estabilidade desta, menor será a quantidade de precipitado ao final do ensaio, uma vez que os aglomerados das NFC são submetidos a gravidade e consequentemente à decantação (SILVA et al., 2021). Durante o ensaio de decantação de 8h, apenas as NFC sem pré-tratamento e nos tratamentos de 1:1:1 40 min e o 1:2:2 5 min decantaram, em valores respectivamente de 8,96; 7,41 e 12,96%, sendo estatisticamente iguais (Tabela 2). De maneira geral, o ensaio de decantação indica uma alta estabilidade para todos os tratamentos, indicando que as forças de Van der Waals são mais fortes que a força de repulsão eletrostática da superfície (FUKUZUMI et al., 2014).

4. CONCLUSÃO

O pré-tratamento de fosforilação levou a um aumento da opacidade, com exceção dos tratamentos 1:1:1 5 min e 1:2:2 20 min e a um aumento da estabilidade, com exceção dos tratamentos 1:1:1 40 min e 1:2:2 5 min. Sendo assim, somente os tratamentos 1:1:1 20 min e 1:2:2 40 min tiveram ambas as propriedades aumentadas.

REFERÊNCIAS

FUKUZUMI, H.; TANAKA, R.; SAITO, T.; ISOGAI, A. Dispersion stability and aggregation behavior of TEMPO-oxidized cellulose nanofibrils in water as a function of salt addition. *Cellulose*, v. 21, p. 1553-1559, 2014.

GHANADPOUR, M.; CAROSIO, F.; LARSSON, P. T.; WAGBERG, L. Phosphorylated Cellulose Nanofibrils: A Renewable Nanomaterial for the Preparation of Intrinsically Flame-Retardant Materials. *Biomacromolecules*, v. 16, p. 3399-3410, 2015.



KANMANI, P.; ARAVIND, J.; KAMARAJ, M.; SURESHBABU, P.; KARTHIKEYAN, S. Environmental applications of chitosan and cellulosic biopolymers: A comprehensive outlook. **Bioresource Technology**, v. 242, p. 295-303, 2017.

KOKOL, V.; BOZIC, M.; VOGRINCIC, R.; MATHEW, A. P. Characterization and properties of homo- and heterogenously phosphorylated nanocellulose. **Carbohydrate Polymers**, v. 125, p. 301-313, 2015.

LAGO, R. C.; OLIVEIRA, A. L. M.; SANTOS, A. A.; ZITHA, E. Z. M.; CARVALHO, E. E. N.; TONOLI, G. H. D.; BOAS, E. V. B. V. Addition of wheat straw nanofibrils to improve the mechanical and barrier properties of cassava starch-based bionanocomposites. **Industrial Crops & Products**, v. 170, p. 113816, 2021.

MULIN, L. B. **Efeito da fosforilação na produção de nanofibrilas de celulose de *Eucalyptus* sp.**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2022.

NADERI, A.; LINDSTROM, T.; WEISE, C. F.; FLODBERG, G.; SUNDSTROM, J.; JUNEL, K.; ERLANDSSON, J.; RUNEBJORK, A. Phosphorylated nanofibrillated cellulose: production and properties. **Nordic Pulp & Paper Research Journal**, v. 31, n. 1, p. 20-29, 2016.

SILVA, L. E.; SANTOS, A. A.; TORRES, L.; MCCAFFREY, Z.; KLAMCZYNSKI, A.; GLENN, G.; NETO, A. R. S.; WOOD, D.; WILLIAMS, T.; ORTS, W.; DAMÁSIO, R. A. P.; TONOLI, G. H. D. Redispersion and structural change evaluation of dried microfibrillated cellulose. **Carbohydrate Polymers**, v. 252, p. 117165, 2021.

TARRÉS, Q.; BOUFI, S.; MUTJE, P.; DELGADO-AGUIAR, M. Enzymatically hydrolyzed and TEMPO-oxidized cellulose nanofibers for the production of nanopapers: morphological, optical, thermal and mechanical properties. **Cellulose**, v. 24, n. 9, p. 3943-3954, 2017.

CAPÍTULO VII

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE CLONES DE EUCALIPTO NA GRANULOMETRIA DOS CAVACOS

*Stéffany de Lima Araujo*¹ *, *Danila Estevam Alves da Cruz*², *Lorrainy de Jesus Oliveira*¹, *Leticia Aramuni Alberto Ribeiro*¹, *Bruno Sangali Arantes*¹, *Rejane Costa Alves*¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil. ² Empresa colaboradora, Brasil.

*autor correspondente: steffanylima02@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da densidade básica na granulometria de cavacos de madeira provenientes de diferentes clones de *Eucalyptus* spp. O estudo foi realizado em uma empresa produtora de painéis de madeira reconstituída instalada no município de Botucatu, no interior de São Paulo. As amostras de cavacos foram coletadas no picador e analisadas todos os dias dos meses de dezembro de 2021, janeiro e fevereiro de 2022. Os resultados obtidos de densidade básica e granulometria foram analisados e comparados por quinzena. Madeiras com densidade básica alta tendem a gerar cavacos com dimensões maiores, enquanto menores densidades produzem mais finos. A correlação entre as duas variáveis analisadas foi fraca, o que revela uma influência pouco significativa e a necessidade de estudos mais profundos nesse tema.

Palavras-chave: Correlação; Dimensões dos cavacos; Qualidade.

1. INTRODUÇÃO

A densidade básica é uma variável complexa, devido a mistura de diversos fatores como espessura da parede celular, dimensão das fibras, volume dos vasos e parênquimas, proporção entre madeira do cerne e alborno, entre outros. Contudo, apesar de sua profundidade, é uma das principais características utilizadas para a avaliação da qualidade da madeira (FOELKEL; BRASIL; BARRICHELO, 1971)

A densidade básica somada ao teor de umidade da madeira são fatores que possuem grande correlação com as propriedades mecânicas da madeira, contribuindo para as variações que ocorrem nas dimensões dos cavacos durante a picagem das toras (ARAÚJO; MOREIRA, 2021). Os cavacos de madeira são pequenos pedaços de madeira obtidos através da picagem de toras, sobras das serrarias, indústrias moveleiras e da madeira descartada.

Isto posto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da densidade básica na granulometria de cavacos de madeira provenientes de diferentes clones de *Eucalyptus* spp.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O estudo foi realizado em uma empresa produtora de painéis de madeira reconstituída instalada no interior de São Paulo. A madeira analisada é de clones de *Eucalyptus* spp. implantados em fazendas na vizinhança da empresa, com idade de corte de aproximadamente sete anos. O clima característico da região é quente e temperado e, segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima é Cfa (subtropical úmido), com temperatura média de 20,5°C e grande pluviosidade média anual (1696 mm). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-amarelo, de textura média.

Foram realizadas medições periódicas dos parâmetros de densidade básica e granulométricos dos cavacos durante o processo de transformação de toras em cavacos, pelo período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022.

2.2 Densidade básica

As amostras de cavacos foram coletadas no picador e analisadas todos os dias dos meses de dezembro de 2021, janeiro e fevereiro de 2022. Em cada um desses dias foram coletadas amostras de cavacos de madeira com cerca de 390 g, livres de defeitos, essas amostras foram divididas em três frações de 130 g, de forma a se ter três repetições de densidade por dia analisado. As frações foram colocadas em sacos de rede de fios de nylon, mantidas em água até a sua saturação completa, e determinada a densidade básica conforme a Equação 1.

$$D_b = \frac{1}{\frac{P_t}{P_s} - 0,346} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: $\overline{P_t}$ é a densidade básica (g/cm^3); $\overline{P_t}$ é a massa saturada em água (g); e $\overline{P_s}$ é a massa seca (g).

2.3 Granulometria de cavacos

Para o processo de determinação da granulometria dos cavacos foram utilizados 12 L de cavacos, também coletados no picador (paralelamente as amostras de densidade), nos quais são colocados em um conjunto de peneiras de malhas dispostas sobre um parelho próprio para tal análise, que causa vibrações no material por 6 minutos \pm 60 segundos, de forma a realizar o peneiramento dos cavacos. Faz-se o uso de quatro peneiras com aberturas diferentes, sendo elas de 45, 25, 16 e 8 mm, fora o “fundo” para retenção dos finos. Passado o tempo de vibrações, o material confinado em cada peneira é pesado e o percentual de material incluso em cada peneira é calculado conforme a Equação 2.

$$\% \text{ Peneira} = \frac{M_i}{M_t} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: $\overline{M_t}$ é o peso individual de cavacos em cada peneira (Kg); e $\overline{M_t}$ é a soma do peso de cavacos em cada peneira (Kg).

2.4 Análise dos dados

Os resultados obtidos de densidade básica e granulometria foram analisados e comparados por quinzena, utilizando o Software SigmaPlot versão 12.0, através do teste de Scott-Knott a um nível de significância de 5% de probabilidade, também foram realizadas regressão linear e correlação de Pearson no mesmo *Software*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 podem ser visualizados os resultados da classificação granulométrica das amostras juntamente com as suas respectivas densidades.

Tabela 1 – Densidade básica e granulometria dos cavacos.

Quinzena amostral	Densidade básica (Kg/m ³)	Granulometria (%)				
		45 mm	25 mm	16 mm	08 mm	00 mm
1	418,78 b (2,47*)	2,74 a (39,66*)	31,22 b (15,48*)	30,59 b (4,67*)	28,06 a (10,67*)	7,39 a (23,43*)
2	413,74 b (2,76*)	2,48 a (30,35*)	32,56 b (13,42*)	31,43 a (7,33*)	27,62 a (10,47*)	5,90 a (25,09*)
3	423,16 b (2,74*)	2,22 a (48,39*)	32,74 b (16,12*)	32,51 a (3,35*)	26,03 b (13,47*)	6,51 a (33,77*)
4	444,12 a (8,40*)	2,69 a (35,56*)	32,04 b (18,15*)	33,22 a (8,42*)	25,61 b (14,34*)	6,43 a (31,38*)
5	435,26 a (2,79*)	2,62 a (45,61*)	37,49 a (25,72*)	28,15 b (26,65*)	24,90 b (19,06*)	6,85 a (31,51*)
6	442,86 a (3,38*)	3,01 a (42,12*)	36,94 a (13,70*)	30,11 b (7,98*)	24,25 b (12,43*)	5,69 a (26,93*)

Legenda: *Coeficiente de variação das amostras. Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a um nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Os Autores (2022).

Ao observar a Tabela 1 acima é notório que as três últimas quinzenas analisadas dispuseram de maiores densidades, 444,12, 435,26 e 442,86 [kg.m⁻³], respectivamente. Essas por sua vez, são iguais conforme o teste estatístico empregado, bem como as primeiras quinzenas. Os resultados aqui obtidos estão próximos as médias observadas em algumas literaturas disponíveis (FOELKEL; BRASIL; BARRICHELO, 1971; BELINI *et al.*, 2008; ARAÚJO; MOREIRA, 2021).

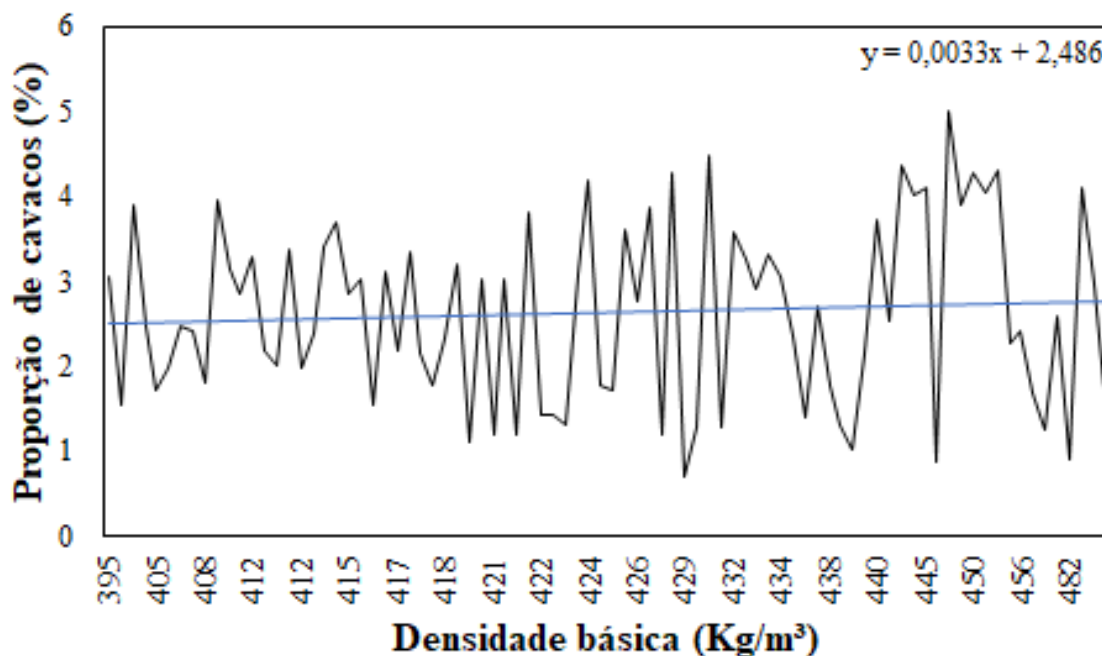
Em relação a granulometria dos cavacos, as peneiras de maior (45 mm) e menor (00 mm) abertura apresentaram proporção de cavacos iguais para todas as quinzenas avaliadas, além de terem obtido um grande coeficiente de variação, ocasionado principalmente pela heterogeneidade da madeira e pela sensibilidade da análise.

Nota-se também que a quinta e a sexta quinzena desfrutaram de maior proporção de cavacos retidos na peneira de 25 mm de abertura e menores proporções nas peneiras de 16 e 8 mm, nas quais retém cavacos com menores dimensões. Esses fatos relacionados a densidade elevada dessas quinzenas, retratam que madeiras com densidade básica mais alta tendem a produzir cavacos de maiores dimensões, pois possuem fibras relativamente mais espessas e mais resistentes (DOWNES *et al.*, 1997), tornando o material mais resistente ao processamento mecânico, o que gera maior desgaste das ferramentas de corte, logo, elas perdem sua eficiência em processar a madeira.

Na Figura 1 que segue está ilustrado o padrão do comportamento da proporção de cavacos

na peneira de maior abertura com o aumento da densidade, levando em consideração todas as quinzenas analisadas.

Figura 1. Relação entre densidade básica e proporção de cavacos.



Fonte: Os Autores (2022).

Na Figura 1 é possível notar através da regressão linear a tendência de o tamanho dos cavacos gerados sofrer um acréscimo com o aumento da densidade, comportamento também obtido pelos autores Araújo e Moreira (2021). Apesar dessa propensão, percebe-se que a inclinação da reta de tendência é baixa.

Ao correlacionar essas duas variáveis, foi obtido um Coeficiente de Pearson de 0,0251, indicando uma correlação positiva, mas em contrapartida, fraca. Isto é, valores altos de densidade básica estão associados a valores altos de granulometria de cavacos, mas de uma forma pouco significativa.

Foi percebido ausência de literaturas que abrangem a granulometria de cavacos de madeira destinados as indústrias que não são produtoras de celulose, como painéis de madeira reconstituída e energia da biomassa. Algo que justifica a importância da realização desse trabalho, pois permite as empresas e demais organizações avaliarem as consequências que a densidade da sua matéria-prima pode ocasionar durante o processo de fabricação dos produtos.

4. CONCLUSÕES

Madeiras com densidade básica alta tendem a gerar cavacos com dimensões maiores,

enquanto menores densidades produzem mais finos. A correlação entre as duas variáveis analisadas foi fraca, o que revela uma influência pouco significativa e a necessidade de estudos mais profundos nesse tema, principalmente pela escassez de literaturas disponíveis que apresentem linguagem propícia as empresas e produtores.

5. AGRADECIMENTOS

À empresa colaboradora pela disponibilidade e incentivo na pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. R. C. de; MOREIRA, G. J. Influência da densidade básica da madeira de eucalipto nas dimensões dos cavacos. **O Papel**, v. 85, n. 5, p. 94-102, 2021.

BELINI, U. L. *et al.* Caracterização da estrutura anatômica, densidade básica e morfologia de cavacos da madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de painéis MDF. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 707-713, 2008.

DOWNES, G. M. *et al.* Sampling plantation eucalypts: for wood and fibre properties. **Collingwood: CSIRO**, 1997. 132 p.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, v. 2, n. 3, p. 67-74, 1971.

CAPÍTULO VIII

MAPEAMENTO ORIGEM-DESTINO DA ATIVIDADE DE LOGÍSTICA FLORESTAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

*Lara Ferreira Alves **, *Josinaldo de Oliveira Dias*

Laboratório de Gestão de Produtos e Processos - Departamento de Ciências Florestais e da Madeira,
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil.
*autor correspondente: lara.f.alves@edu.ufes.com

Resumo: A logística florestal atua como uma operação facilitadora para o setor da indústria florestal brasileira. Contudo, o custo com o transporte da madeira, infraestrutura das estradas, e o meio utilizado, interfere diretamente na qualidade da atividade logística. Uma vez reconhecidas às principais horárias produtoras e seus respectivos mercados consumidores, é possível traçar melhores estratégias. O objetivo deste trabalho consistiu em realizar um levantamento de dados geográficos sobre as principais zonas potencialmente produtoras (origem) e as principais zonas consumidoras (destino) de madeira no estado do Espírito Santo, considerando o transporte *outbound* (da área de colheita florestal até as unidades de estocagem/ beneficiamento). Para tanto, utilizou-se o levantamento bibliográfico como principal fonte de obtenção de informações quanto aos volumes produzidos e consumidos no estado. Os dados foram analisados e agrupados de acordo com o potencial de origem e de destino. Além disso, foram levantados também os dados referentes às principais malhas viárias frequentemente utilizadas para o escoamento da madeira entre as zonas analisadas. As informações obtidas foram processadas e permitiram a obtenção do mapa georreferenciado a partir do software QGIS. Desse modo, o estado do Espírito Santo possui um grande potencial de plantio, entretanto as áreas são inutilizadas por motivos logísticos que podem ser solucionados por meio de planejamentos adequados e definição de pontos intermediários, a fim de reduzir o custo com o transporte, viabilizando novamente a exploração dessas áreas.

Palavras-chave: Logística Florestal; Custos logísticos; Roteirização.

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva no setor florestal caracteriza-se como uma atividade econômica complexa e diversificada de produtos, aplicações energéticas e industriais, a qual conta com a logística florestal como facilitadora para as atividades de escoamento, movimentação e distribuição de matéria-prima e produtos acabados (VIDOR *et al.*, 2010; ANDREJOW *et al.*, 2018). De acordo com Pompeu *et al.* (2018), a operação logística de transporte florestal pode ser compreendida como a movimentação de madeira e seus derivados, desde o ponto de origem (área de floresta ou indústria) até o ponto de destino (consumo). Contudo, ainda que a logística florestal atue como atividade facilitadora para a indústria florestal brasileira, o custo com o transporte de madeira, os quais podem representar cerca de dois terços dos custos logísticos totais (BALLOU, 2006).

A complexidade do planejamento do transporte florestal de madeira, demanda por esforços quanto ao desenvolvimento e aplicação de metodologias que auxiliem na tomada de decisão e otimização dos custos incorridos nessas operações, das distâncias entre as zonas de origem-destino, a disponibilidade de malha viária, além os impactos ambientais associados ao consumo de combustíveis fósseis. Assim, torna-se essencial a elaboração de estudos que direcionam seus esforços para a busca das melhores rotas a serem desenvolvidas pelo modal adotado, bem como a minimização dos custos envolvidos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coletas de dados

As coletas de dados ocorreram por meio da revisão de literatura e análises de relatórios emitidos pelos principais órgãos de pesquisa e monitoramento do setor florestal, sendo realizadas a fim de compreender o processo logístico florestal realizado no estado do Espírito Santo (ES), bem como as regiões com potência silvicultural, ponto de origem, demanda por matéria prima, e ponto de destino. Os dados coletados foram analisados por meio de relatórios emitidos pelas associações: Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (CEDAGRO), Associação Baiana das Empresas de Base Florestal (ABAF) e empresas de iniciativa privada que atuam na região, como a Suzano, AMB IMÓVEIS, MGM e Itatiaia.

2.2 Georreferenciamento

A definição da base de dados e do levantamento das variáveis geográficas juntamente com auxílio da ferramenta de software livre QGIS, utilizado para correlacionar devidamente os dados, contribuíram para a confecção de um mapa georreferenciado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o cenário do setor florestal no estado do Espírito Santo (ES), é possível destacar que o setor promove cerca de 25% do PIB do agronegócio no estado (INCAPER). Em sua extensão territorial totaliza-se 46.095 km², na qual aproximadamente 249 mil hectares são de áreas plantadas, onde 94% das áreas são destinadas a cultura de eucalipto. O potencial de desenvolvimento da silvicultura é amplo, sendo que a área florestal apta é de representando 64% da área total (CEDAGRO, 2015). Contudo, esse potencial não é explorado, e um dos fatores explicativos pode estar atrelado ao fato de as indústrias demandantes desta matéria prima concentrarem-se majoritariamente na região leste do estado, o que proporcionará um aumento no custo do transporte.

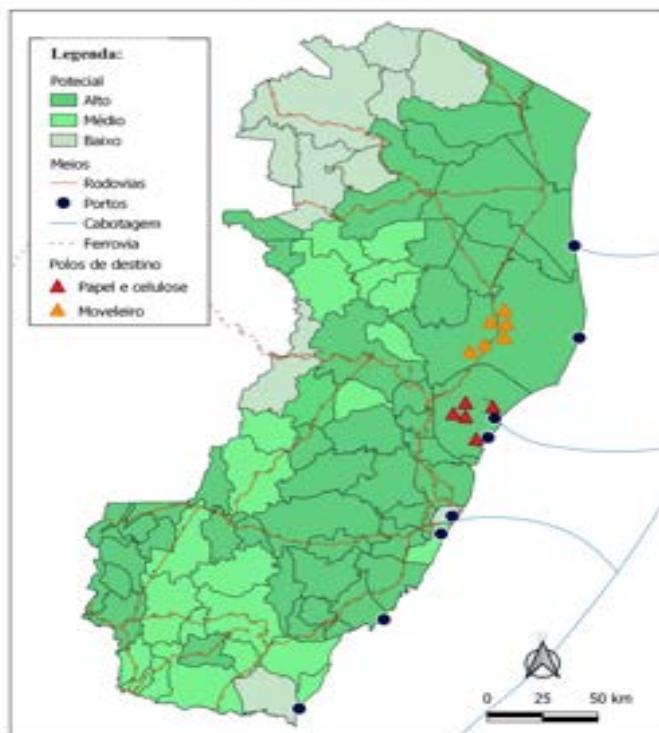
Os principais consumidores de madeiras produzidas no mercado são voltados principalmente para o beneficiamento de papel e celulose, confecção de móveis, serralherias e produção de carvão como fonte de energia alternativa de siderúrgicas. As principais indústrias moveleiras concentram-se no centro oeste de Linhares, próximas à rodovia 101, enquanto os polos industriais de papel e celulose estão localizados em Aracruz, também próximos a rodovias e portos, como demonstra a Figura 1. Devido ao fato que no Brasil o principal modal utilizado nessas operações é o sistema rodoviário de acordo com Pompeu *et al.* (2016). De acordo com Pompeu *et al.* (2016) isso se deve ao fato que no Brasil o principal modal utilizado nessas operações é o sistema rodoviário.

Outra alternativa de logística é a cabotagem, consiste em uma modalidade em que a carga é transportada por vias marítimas condicionadas dentro de containers, podendo apresentar uma atenuação do custo de fretagem em 10 a 30% comparado ao sistema rodoviário (FIESC, 2020). No entanto, o estado não dispunha de portos com aptidão para esta prática, novos investimentos e planejamentos de novos portos certificam que esse cenário se desenvolva (A GAZETA, 2021).

No cenário as malhas ferroviárias disponíveis são operadas por empresas de iniciativa privada para transporte de cimento e minério de ferro. O estado concedeu um investimento previsto de R\$ 14,3 bilhões, em projetos que visam expansão de novas rotas (A GAZETA, 2021).

Figura 1. Mapa representando os principais destinos do transporte florestal e seus meios no estado do Espírito Santo.

Principais destinos do transporte florestal no Espírito Santo



4. CONCLUSÃO

Em síntese, o estado do Espírito Santo possui um grande potencial de plantio, contudo não ocorre aproveitamento potencial das áreas por motivos logísticos, que podem ser solucionados através de planejamentos adequados e definição de pontos intermediários, a fim de reduzir o custo com o transporte, viabilizando novamente a exploração dessas áreas.

REFERÊNCIAS

ANDREJOW, G. M. P. *et al.* Planalto norte catarinense: considerações sobre o setor florestal e a eucaliptocultura. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 8, n. 2, p. 143-168, 2018.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. São Paulo: Editora Bookman, 2006.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM. Mapa do Sistema Rodoviário- ES:DER – ES – Vitória: 2016.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório Anual. Publicação IBÁ 2021.** Disponível em: “<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2021.pdf>”. Acesso em: 20 out. 2022.

LOUREIRO, A. J. **Aptidão para a silvicultura de eucalipto nas diferentes regiões do estado do Espírito Santo.** CEDAGRO, 2019. Disponível em: “http://www.cedagro.org.br/artigos/APS_Documento_Completo.pdf”. Acesso em: 20 de out 2022.

POMPEU, P. G. Mercado Florestal. *In:* Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal, IV, 2018, Paraná. **Rendimento energético do transporte rodoviário florestal.** Serviço Florestal Brasileiro, 2018. p. 5-6. Disponível em: “<https://www.florestal.gov.br/premio-sfb-de-economia-e-mercado-florestal/89-informacoes-florestais/premio-sfb-em-estudos-de-economia-e-mercado-florestal/1101-monografias-iv-premio-servico-florestal-brasileiro-em-estudos-de-economia-e-mercado-florestal>”. Acesso em: 7 jun. de 2022.

VIDOR, F. L. R. *et al.* Inspection of wooden poles in electrical power distribution networks in Southern Brazil. **IEEE Transactions on Power Delivery**, v. 25, n. 1, p. 479-484, 2010.

Cabotagem. FIESC, 2020. Disponível em: <https://fiesc.com.br/cabotagem#:~:text=A%20cabotagem%20%C3%A9%20o%20transporte,para%20o%20transporte%20de%20cargas>. Acesso em: 07 de nov. 2022.

Novos portos e cabotagem vão impulsionar a economia do ES. A Gazeta, 2021. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/especial-publicitario/portosdoespiritosanto/novos-portos-e-cabotagem-vaio-impulsionar-a-economia-do-es-0421>. Acesso em: 07 de nov. 2022.

Governo federal autoriza construção de ferrovias privadas no ES: Ministério da Infraestrutura liberou a implantação de segmentos que passam por Barra de São Francisco e por Presidente Kennedy. A Gazeta, Espírito Santo, 2021. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/economia/governo-federal-autoriza-construcao-de-ferrovias-privadas-no-es-1221>. Acesso em: 10 nov. 2022.

SILVICULTURA. **INCAPER**, Espírito Santo, 2020. Silvicultura. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/silvicultura>. Acesso em: 10 nov. 2022.

CAPÍTULO

IX

POTENCIAL ENERGÉTICO DE BLENIDAS DE ESPÉCIES
NÃO TRADICIONAIS PARA CONFEÇÃO DE PELLETES
AROMÁTICOS

Marina Passos de Souza¹, Tayná Rebonato Oliveira¹, Alfredo José dos Santos Júnior², Gabriela Fontes Mayrinck Cupertino¹, João Marcelo Ribeiro Macedo¹, Ananias Francisco Dias Júnior¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil. ² Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Brasil
*autor correspondente: marinapassos58@gmail.com

Resumo: Uma das formas de agregar valor à abundante biomassa do Brasil como fonte de energia é através da sua densificação energética, que pode ser obtida por meio do processo de peletização. Os pellets são produtos de elevado potencial energético e uma fonte de combustível renovável e mais sustentável, que pode ser utilizado no processo de defumação, com o objetivo de conservar e modificar o sabor inicial dos alimentos através da fumaça. Este projeto de pesquisa visa investigar as propriedades físicas, químicas e térmicas das blendas de diferentes tipos de biomassa lignocelulósica para o processo de defumação. Foram utilizados quatro tratamentos com as biomassas de carvão vegetal, madeira de eucalipto e laranjeira, alecrim, pó de café e erva doce. As biomassas foram submetidas as análises de umidade, densidade a granel, química imediata, poder calorífico e densidade energética. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva. Os resultados das análises evidenciam maiores teores de carbono fixo para as blendas de erva-doce e alecrim, bem como menores teores de materiais voláteis e cinzas. Os tratamentos tiveram densidade a granel próximas e umidade entre 7 e 24%. Para poder calorífico, as blendas de pó de café e laranjeira se destacaram e para densidade energética, o tratamento com alecrim foi o melhor avaliado. Com isso, verificou-se a potencialidade das biomassas para a confecção de pellets aromáticos.

Palavras-chave: Biomassa lignocelulósica; fumaça; defumação; energia renovável.

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos defumados possuem características sensoriais únicas, como cor, aroma, sabor e textura, com seu processo de produção por meio da técnica da defumação, um dos métodos de conservação mais antigos e praticados no mundo (LI et al., 2018). Essa técnica consiste na degradação térmica da madeira para produzir a fumaça que agregará sabor e aroma ao alimento defumado (SIVERNDIRAN et al., 2018). Por muitos anos, lascas e toras de madeira nobres foram a única opção quando se tratava de usar lenha para defumar. No entanto, atualmente podem ser usadas diversas variedades de madeiras, não só diversificando em espécies, como também em formas, métodos e tamanhos, a exemplo do uso de briquetes e pellets.

Pellets possuem um elevado potencial energético em função da baixa umidade e elevada massa específica, atributos que resultam em um bom desempenho energético liberando mais energia por unidade de volume. Tais fatos proporcionam um desempenho mais eficiente comparado ao uso da lenha da madeira. Estudos recentes têm mostrado a viabilidade da mistura de diferentes tipos de biomassa (blendas), melhorando a qualidade e as características dos pellets, diminuindo a formação de cinzas, aumentando o conteúdo energético e a durabilidade físico-mecânica. Dessa forma, as blendas exibem a oportunidade de maior variação entre as matérias-primas de biomassa que podem ser usadas para a produção de pellets, seja de culturas aplicadas à energia ou resíduos de processamento, mantendo a qualidade superior e atendendo aos padrões internacionais (MACK et al.; 2019).

Os pellets aromáticos produzidos a partir da combinação de diferentes tipos de biomassa para defumação originam uma fonte de combustível eficiente e limpa, conferindo versatilidade e sabores diferenciados aos alimentos. Nesse sentido, objetivando-se o estabelecimento de novas matérias-primas e a sustentabilidade do processo, este estudo visa investigar as propriedades físicas, químicas e térmicas das blendas de diferentes tipos de biomassa lignocelulósica para o processo de defumação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo estão sendo investigadas para produção de pellets as biomassas de carvão vegetal, madeira de *Eucalyptus* spp. (eucalipto), ramos e folhas de *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim), *Coffea arabica* L. (pó de café), ramos e galhos de *Citrus sinensis* (laranjeira) e folhas de *Foeniculum vulgare* (erva doce). As biomassas foram secas em temperatura ambiente ($\pm 25,0^{\circ}\text{C}$) durante três dias. Após a secagem, o material foi triturado em moinho de martelo com uma peneira de corte de aproximadamente 3 mm na saída do material.

Em seguida, os materiais foram misturados nas seguintes proporções:

ED: Eucalipto (75%) + carvão vegetal (20%) + erva doce (5%);

AL: Eucalipto (75%) + carvão vegetal (20%) + alecrim (5%);

PC: Eucalipto (50%) + carvão vegetal (20%) + pó de café (30%);

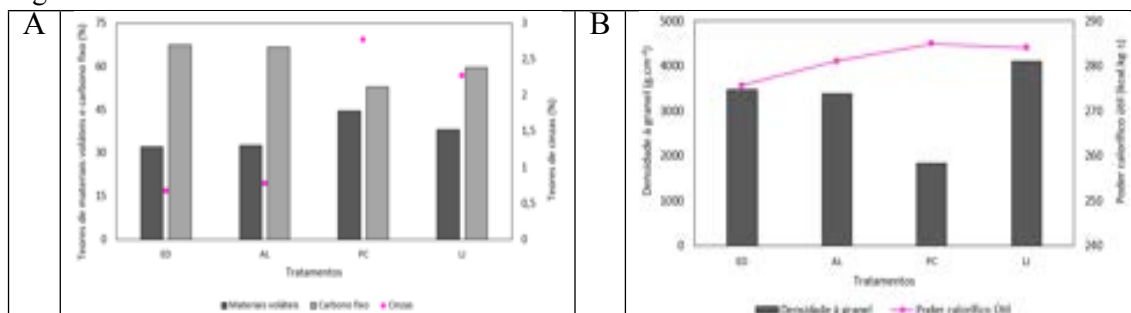
LJ: Eucalipto (50%) + carvão vegetal (20%) + laranjeira (30%)

Em seguida, as blendas foram avaliadas nos parâmetros indicados pra a confecção de pellets aromáticos. Os parâmetros foram avaliados por meio das análises: umidade - NBR 8112 (ABNT, 1986); densidade a granel - NBR 6922 (ABNT, 1981); composição imediata (teores de materiais voláteis, cinzas e carbono fixo) - NBR 8112 (ABNT, 1986); poder calorífico (superior, inferior e útil) - NBR 8633 (ABNT, 1984); densidade energética (Gcal.m⁻³) - originaria do cálculo do produto entre o poder calorífico útil (PCU) e a densidade a granel dos materiais. Os resultados das análises das biomassas foram realizados por meio de estatística descritiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química imediata, poder calorífico útil e densidade à granel para os diferentes tratamentos de biomassa estão expressões na Figura 1.

Figura 1. Resultados de análise imediata.



Nota: (A), densidade à granel e poder calorífico útil (B). Em que: ED = E75 + CV20 + ED5; AL = E60 + CV30 + A5; PC = E50 + CV20 + PC30; LJ = E70 + CV20 + L30.

Fonte: Produção do próprio autor (2022).

Os resultados obtidos na análise química imediata (Figura 1 – A) evidenciam maiores teores de carbono fixo para as blendas de erva-doce e alecrim com valores de 67,29 e 66,59 % respectivamente. Com relação inversamente proporcional, verificaram-se menores teores de materiais voláteis para as blendas de erva-doce e alecrim. Maiores teores de cinzas foram encontrados no material oriundo de pó-de-café com valor médio de 2,77%, seguido das blendas de laranjeiras (2,27%). Maiores teores de carbono fixo podem indicar melhor qualidade em termos energéticos do material, ao passo que teores mais elevados de materiais voláteis podem facilitar no momento da ignição (MA et al., 2022; WANG; WANG, 2022). Em contrapartida, elevados teores de cinzas podem causar desgaste de equipamentos e aumentar custos de produção e manutenção (CARVALHO et al, 2021). Com relação ao poder calorífico útil (Figura 1 – B), os

tratamentos com maiores médias em foram as blendas de pó-de-café (4500 kcal/kg-1) e laranjeira (4411 kcal/kg-1), seguido das blendas de alecrim e erva-doce com médias 4111 kcal/kg-1 e 3568 kcal/kg-1 respectivamente. Os resultados foram condizentes com dados de literatura para a espécie de *Eucalyptus* spp, e *Corymbia* spp (HABITZREITER et al, 2019; LOUREIRO et al, 2021), estando relacionado ao fato de serem os principais componentes dos tratamentos deste estudo. Os tratamentos indicaram densidades próximas para a densidade a granel (Figura 1- B), sendo o tratamento LJ o melhor avaliado em densidade a granel, com 0,278 g.cm⁻³.

Os resultados de densidade energética e umidade estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Umidade e densidade energética dos tratamentos investigados.

Tratamentos	Densidade energética (Gcal.m ⁻³)	Umidade (%)
ED	0,97	23,23
AL	1,31	13,28
PC	1,16	7,66
LJ	1,24	8,36

Legenda: ED = E75 + CV20 + ED5; AL = E60 + CV30 + A5; PC = E50 + CV20 + PC30; LJ = E70 + CV20 + L30.

Fonte: Produção do próprio autor (2022).

Como resultado de densidade energética (Tabela 2), o tratamento AL obteve maior densidade energética, com 1,318 Gcal.m⁻³. Uma elevada densidade energética é importante, pois indica que o material possui elevada quantidade de energia contida por unidade de volume, e no momento de compactação para a peletização essa densidade tende a aumentar ainda mais, resultando num produto homogêneo e de melhor qualidade (PROTÁSIO et al, 2014; CARVALHO et al, 2021). Os tratamentos analisados obtiveram umidade entre 7 e 24% (Tabela 2). Segundo Beneroso et al (2017), a secagem prévia propicia um melhor processamento da biomassa, visto que reduz o teor de água e aumenta a sua qualidade. Isso é importante para a peletização, pois biomassas com umidade acima do necessário para a plastificação da lignina tendem a produzir pellets com fraturas em sua estrutura (SILVA, 2021). O teor de umidade o material influenciará diretamente no poder calorífico útil dos materiais, onde teores mais elevados auxiliam na redução do poder calorífico.

4. CONCLUSÃO

Embora as blendas de pó-de-café e laranjeira tenham obtido maior poder calorífico, seu alto teor de cinzas tornam-se um ponto negativo no seu uso como fonte energética. Em contrapartida, as blendas de erva-doce e alecrim possuem um alto teor de carbono fixo, sendo um ponto positivo

para sua utilização como fonte de defumação de alimentos. Com isso, verificou-se a potencialidade das biomassas para a confecção de pellets aromáticos, porém são aconselháveis novos estudos relacionados a testes sensoriais durante o processo de cocção de alimentos a fim de verificar a eficácia dos pellets.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6922**: carvão vegetal - ensaios físicos determinação da massa específica (densidade a granel). Rio de Janeiro, 1981. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8112**: carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8633**: carvão vegetal - determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13p.

BENEROSO, D., MONTI, T., KOSTAS, E. T., ROBINSON, J. Microwave pyrolysis of biomass for bio-oil production: Scalable processing concepts. **Chemical Engineering Journal**, v. 316, p. 481–498, 2017.

CARVALHO, N. R., BARROS, J. L. D., SILVA, D. A. D., NAKASHIMA, G. T., YAMAJI, F.M. Caracterização física e química da biomassa usada como combustível sólido em uma caldeira. **Química Nova**, v. 44, p. 35-40, 2021.

HABITZREITER, T. L., ADAMI, P. F., BRUN, E. J., BATISTA, V. V., FERREIRA, M. L., GIACOMEL, C. L. Poder calorífico e análise econômica do uso total ou parcial da biomassa de eucaliptos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 3, p. 282–288, 2020.

LI, X., ZHU, J., LI, C., YE, H., WANG, Z., WU, X., & XU, B. Evolution of volatile compounds and spoilage bacteria in smoked bacon during refrigeration using an E-nose and GC-MS combined with partial least squares regression. **Molecules**, v. 23, n. 12, p. 3286, 2018.

LOUREIRO, B. A., ASSIS, M. R. D., MELO, I. C. N. A. D., OLIVEIRA, A. F. F. D., TRUGILHO, P. F. Rendimento gravimétrico da carbonização e caracterização qualitativa do carvão vegetal em clones de híbridos de *Corymbia* spp para uso industrial. **Ciência Florestal**, Santa Maria v. 31, n. 1, p. 214-232, 2021.

MA, J.; ZHANG, Z.; WANG, Z.; KONG, W.; FENG, S.; SHEN, B.; MU, L. Integration of torrefaction and in-situ pelletization for biodried products derived from municipal organic wastes: The influences of temperature on fuel properties and combustion behaviours. **Fuel**. v. 313, p. 122845, 2022.

MACK, R., KUPTZ, D., SCHÖN, C., HARTMANN, H. Combustion behavior and slagging tendencies of kaolin additivated agricultural pellets and of wood-straw pellet blends in a small-scale boiler. **Biomass and Bioenergy**, v. 125, p. 50-62, 2019.

PROTÁSIO, T. P.; NEVES, T. A.; REIS, A. A.; TRUGILHO, P. F. Efeito da idade e clone na qualidade da madeira de *Eucalyptus* spp. visando à produção de bioenergia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 465-477, 2014.

SILVA, G. K. R. **Parâmetros físicos da qualidade de formulações comerciais para bovinos leiteiros**. 30f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, 2022.

SIVENDIRAN, T.; WANG, L. M.; HUANG, S., BOHRER, B. M. The effect of bacon pump retention levels following thermal processing on bacon slice composition and sensory characteristics. **Meat Science**, v. 140, p. 128-133, 2018.

WANG, Q.; WANG, E. Numerical investigation of the influence of particle shape, pretreatment temperature, and coal blending on biochar combustion in a blast furnace. **Fuel**. v. 313, p. 123016, 2022.

CAPÍTULO
TULO XPRODUÇÃO DE PEQUENO ARTEFATO DE MADEIRA
PORTA-CANETAS A PARTIR DE RESÍDUOS
PROVENIENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Mariana Figueira Machado¹, Érika da Silva Ferreira^{2}, Nathalia Farias
Gomes³, Amanda Freitas Correa³*

¹ Centro de Engenharia, Universidade Federal de Pelotas, Brasil
*autor correspondente: erika.ferreira@ufpel.edu.br

Resumo: Com o aumento do uso da madeira na construção civil ocorreu uma maior geração de sobras e rebarbas, resíduos que não possuem um destino definido. Dessa forma, um meio viável e sustentável de reutilizá-los é a produção de pequenos artefatos com os mesmos, fornecendo-os um maior valor agregado. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é proporcionar a criação de um artefato de madeira residual de uma construção civil, de forma simplificada e didática. Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado resíduos de caibros oriundos da construção civil, e a partir deles idealizou-se a confecção de um porta-canetas. Os resultados dos objetos produzidos a partir dos resíduos foram satisfatórios, apresentando propriedades favoráveis e com design único. Com tudo, pode-se concluir que é viável a utilização de resíduos de madeira da construção civil para a produção de pequenos objetos de madeira.

Palavras-chave: Sobras de Madeira; Pequeno objeto; Refugo de Edificações.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com (LOPES et al., 2021), atualmente construções em madeiras têm sido muito utilizadas e difundidas no território brasileiro, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. E algumas das tecnologias mais utilizadas citadas pela autora são a *wood frame*, *log home* e entre outros. Por conta disso, o interesse por casas pré-fabricadas também tem aumentado e difundido pelo Brasil.

Além disso, como menciona (JÚNIOR et al., 2017), a madeira também pode ser encontrada em uma construção civil convencional, com alvenaria, sendo utilizada como forma para concretagem e apoio às vigas. Ademais, pelo fato desse material ser resistente e apresentar versatilidade no uso, as madeiras também estão presentes na estruturação dos telhados, sendo esta, a utilização onde mais se encontra a madeira, sendo responsável por cerca de 891,7m³ em 1000m³ consumidos, chegando a ser 50% do consumo total, como menciona (JÚNIOR et al., 2017 apud SOBRAL., 2002).

Dessa forma, o reaproveitamento de resíduos de madeira se torna uma pauta importante a ser discutida na atualidade, tendo em vista o crescimento no consumo deste material, principalmente na construção civil. A reutilização da madeira pode ser feita de diversas formas, quando possui algum tipo de tratamento o resíduo pode ser incinerado como menciona (HOERLLE et al., 2015), porém quando a madeira sofreu apenas o desdobro e cortes pode ser reutilizada para a criação de novos objetos a partir dela.

Além do mais, o reaproveitamento desses resíduos de madeira é algo bastante comum e difundido por pequenos marceneiros e simpatizantes de trabalhos manuais, que nos quais produzem pequenos artefatos e o agregam valores. Isto posto, torna-se importante trazer essa pauta de reutilização de resíduos para dentro do curso de Engenharia Industrial Madeireira (EIM), desenvolvendo os conhecimentos teóricos ensinados de forma empírica aos alunos e validá-los colocando em prática.

Com isso, o objetivo desse trabalho é proporcionar a criação de um artefato de madeira residual de uma construção civil, um porta-canetas, bem como apresentar o passo a passo desta criação.

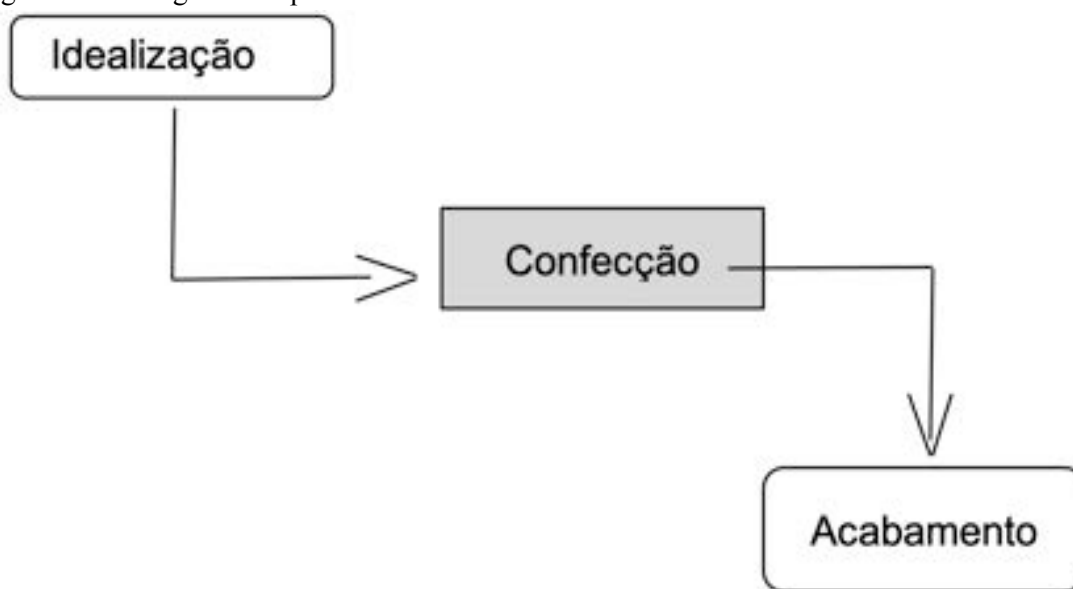
2. MATERIAL E MÉTODOS

As atividades foram desenvolvidas no período de retomada de atividades presenciais no Laboratório de Painéis de Madeira - LAPAM vinculado ao curso de Engenharia Industrial Madeireira - EIM da Universidade Federal de Pelotas - UFPel, devido a pausa ocasionada pelo COVID-19.



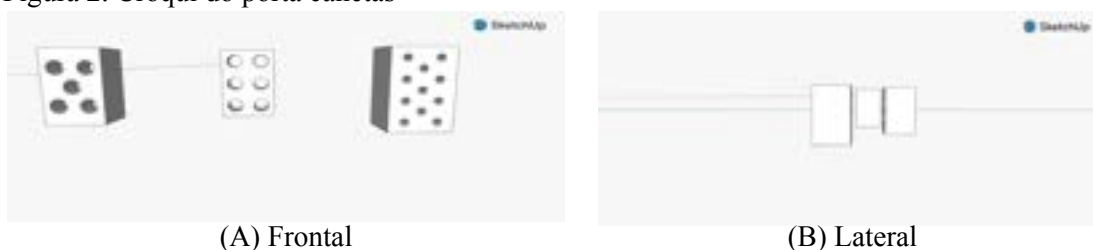
O presente estudo foi elaborado por etapas, sendo elas: idealização, confecção e acabamento, propondo aproximação da discente com maquinário de corte do laboratório, com a disponibilidade de resíduos de madeira oriundos de construção civil armazenados no campus da EIM, foi selecionado uma peça de caibro para fazer a elaboração do projeto.

Figura 1 – Fluxograma do processo



A idealização da confecção de um porta-canetas surgiu a partir de uma demanda dos alunos da universidade, com o objetivo de se utilizar o objeto na sala de estudos. Como pode-se observar na Imagem 1, temos o dimensionamento dos cortes frontal e lateral realizados na ferramenta *SketchUp* das peças com as diferentes furações realizadas.

Figura 2. Croqui do porta canetas



Para a confecção do objeto inicialmente cortou-se uma peça do caibro com 160 x 80 x 80 mm (comprimento, largura e altura). Em seguida o material foi aplainado com a plaina manual GHO 26-82 da marca Bosh, e sequencialmente foi lixado com a lixadeira de cinta de bancada 375W da marca Gama. Logo após, foram feitas as marcações dos furos que posteriormente se

tornaram suporte para as canetas, inicialmente foi utilizada uma broca chata de $\frac{3}{8}$ polegadas em uma furadeira de bancada da marca Schulz modelo PRATIKA FSB 13P. Contudo percebeu-se que as lacunas ficaram estreitas e não seriam funcionais para outros modelos de canetas, e dessa forma optou-se por alargar o furo com uma broca também chata de 1 polegada, sendo assim a nova folga se tornou suficiente. O acabamento foi realizado da seguinte maneira: utilizou-se uma lixa para tirar as rebarbas da furação e restos das marcações feitas a lápis, para isso foi manuseada uma lixadeira oscilante GSS 140 A Profissional da marca Bosch, com lixas de 220 e 320 grão para dar o acabamento mais liso e uniforme.

Após, foi consolidada uma parceria com o Instituto Federal Sul-Riograndense (IFSul), com o Curso de Designer junto ao Laboratório de Experimentos em Prototipagem (LEP), para execução da marcação à laser nos porta-canetas referentes ao logotipo do curso de EIM e do Laboratório de Painéis de Madeira (LAPAM). Posterior a isso, utilizou-se uma demão do verniz realçador de veios com a ajuda de um pincel como método preservativo e de acabamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 3 – Porta canetas acabado.



Analisando cada processo até o produto final, pode-se observar o comportamento da madeira em relação ao maquinário, que após alguns processos houve a necessidade de lixar para se obter melhor acabamento, assim realizou-se uma escala de qualidade baseando-se na norma ASTM D1666-87, sendo 1 ótimo e 5 ruim.

Quadro 1. Escala da qualidade

Escala	Qualidade
1	Ótimo
2	Bom
3	Regular
4	Ruim
5	Péssimo

Fonte: ASTM D1666-87 (1999).

Ao realizar o primeiro corte, notou-se um desfibramento na superfície da peça. Na escala de qualidade de acordo com Quadro 1, a escala é de 5. Para arrumar essas fibras se fez o aplainamento, que dentro da escala de qualidade se encontra em 3.

Após o aplainamento das superfícies, se realizou a furação, que permaneceu homogênea e sem fibras arrepiadas, logo estando na escala 3. Por fim, após lixar as peças para retirar as marcações, a superfície ficou lisa e uniforme, estando dentro da escala 1.

xo, não ocupando demasiado espaço sobre a superfície.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados observou-se que é viável a utilização de resíduos de madeira provenientes da construção civil para a geração de pequenos artefatos, onde os mesmos podem ser utilizados no dia a dia.

REFERÊNCIAS

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D1666-87. “Standard Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Based Materials”, West Conshohocken, PA. 1999

HOERLLE, C.R.; BREHM, F.A.; MACIEL, E.F. Reciclagem da madeira tratada com arseniato de cobre cromatado - CCA. In: **4º SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA DO IFSUL**, 4., Sapucaia do Sul-RS, 2015. **Anais...** Sapucaia do Sul: Inovtec, 2015. p.270-283. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308059348_RECICLAGEM_DA_MADEIRA_TRATADA_COM_ARSENIATO_DE_COBRE_CROMATADO_-_CCA. Acesso em: 18 ago. 2022.

JUNIOR, C.R.C.; SILVA, W.C.R; SOARES,P.T.M.L Uso da madeira na construção civil. In: **REVISTA ELETRÔNICA PROJECTUS**, 2019-04-08, v. 2 n. 4 (2017) <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/projectus/article/view/278> Acesso em: 01 nov 2022.



LOPES, S. C.; CARMO, M. E. R. do; SERRA, S. M. B. Levantamento de soluções tecnológicas em madeira industrializada no Brasil. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, 12., 2021, Maceió. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/511>. Acesso em: 2 out. 2022.



CAPÍTULO XI

RESÍDUOS DAS INDÚSTRIAS CARVOEIRAS COMO SUBSÍDIO À PRODUÇÃO DE BIOCOMPÓSITOS

Bruna da Silva Cruz¹, Fabíola Martins Delatorre^{1}, Allana Katiussya Silva Pereira², Michel Picanço Oliveira¹, Josinaldo de Oliveira Dias¹, Ananias Francisco Dias Junior¹*

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil
² Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Brasil. *autor correspondente: fabiolamdelatorre@gmail.com

Resumo: Este estudo teve como objetivo analisar a influência da temperatura de pirólise dos finos de carvão vegetal nas propriedades mecânicas dos compósitos. Os finos de carvão vegetal foram obtidos através da pirólise da madeira de *Eucalyptus* spp. nas temperaturas finais de 400, 600 e 800 °C. Para se produzir os biocompósitos, utilizou-se resina poliéster e finos de carvão vegetal na proporção de 20%. Realizou-se testes mecânicos de flexão e tração para compreender o comportamento do material. As propriedades estudadas foram avaliadas através dos ensaios de flexão e tração. A partir dos resultados obtidos verificou-se uma boa adesão entre as cargas naturais e a matriz de polimérica nos tratamentos de 400 °C e 600 °C, resultando em valores de resistência ao impacto satisfatórios, os resultados indicaram que o aumento na temperatura foi a principal responsável pelas mudanças nas propriedades mecânicas. Nesta pesquisa os biocompósitos com temperaturas de pirólise de 600°C e 800 °C, apresentaram melhores resultados na resistência à ruptura e módulo de elasticidade.

Palavras-chave: Compósitos, Sustentabilidade, Impacto social, Resina.

1. INTRODUÇÃO

Amplamente estudado, os compósitos poliméricos estão cada vez mais enraizados no mercado industrial. Estes materiais sintéticos são majoritariamente produzidos a partir de reagentes provenientes de fontes fósseis, ou seja, de matéria-prima não renovável, que apresenta baixa velocidade de degradação, como o dióxido de carbono, ao meio ambiente. Nesse contexto, a deposição inadequada desses materiais contribui significativamente para a geração de resíduos e tem se tornado um fator preocupante no cenário atual, sendo um dos principais responsáveis pelos impactos no meio ambiente e nos oceanos. Como essa situação pode ser melhorada? Diante da crise ambiental enfrentada nos últimos anos, a busca por produtos obtidos a partir de recursos sustentáveis estão fazendo com que o meio técnico-científico, cada vez mais, concentre suas pesquisas e tecnologias na elaboração dos chamados materiais verdes. Com a finalidade de promover eficiência, inovação e sustentabilidade, diversos estudos estão investigando a combinação de resíduos de caráter renováveis, com outros materiais de origem sintética, como por exemplo polímeros, resultando na geração de materiais compósitos com características mais sustentáveis.

Os finos de carvão vegetal, considerados um resíduo do processo de carbonização, se encaixam perfeitamente no paradigma de desenvolvimento dos materiais mencionados, proporcionando a fabricação dos chamados biocompósitos. Essa realidade faz com que esses materiais residuais sejam vistos como uma alternativa potencial para uso na reconstituição de novos produtos, uma vez que é abundante, ecológico, de baixo custo e renovável (AKALUZIA et al., 2021). Com uma estrutura rica em carbono, alta área superficial e natureza hidrofóbica, os finos de carvão vegetal podem ser usados como um enchimento que pode melhorar as propriedades químicas, físicas e mecânicas dos compósitos (PUDEŁKO et al., 2021). Além de favorecer o produto a ser gerado, a incorporação dos finos de carvão vegetal na produção de biocompósitos contribuem para uma redução da quantidade de polímeros petrolíferos, culminando na geração de um material verde.

Com base nos estudos de Polok- Rubinić e Włodarczyk- Fligier (2020) tem-se a hipótese de que o material em questão é um componente de adição importante nos compósitos de polímeros, devido às suas possibilidades de modificações, que em combinação com matrizes de polímeros adequadas, têm um efeito positivo na melhoria das propriedades mecânicas, químicas

e morfológicas, além de poder apresentar características desejáveis para diversos segmentos, visando insights para a tomada de decisão da sua aplicabilidade como um bioproduto. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo investigar a influência de diferentes temperaturas finais de pirólise nas propriedades mecânicas de biocompósitos revestidos por resina epóxi.

2. MATERIAL E MÉTODOS

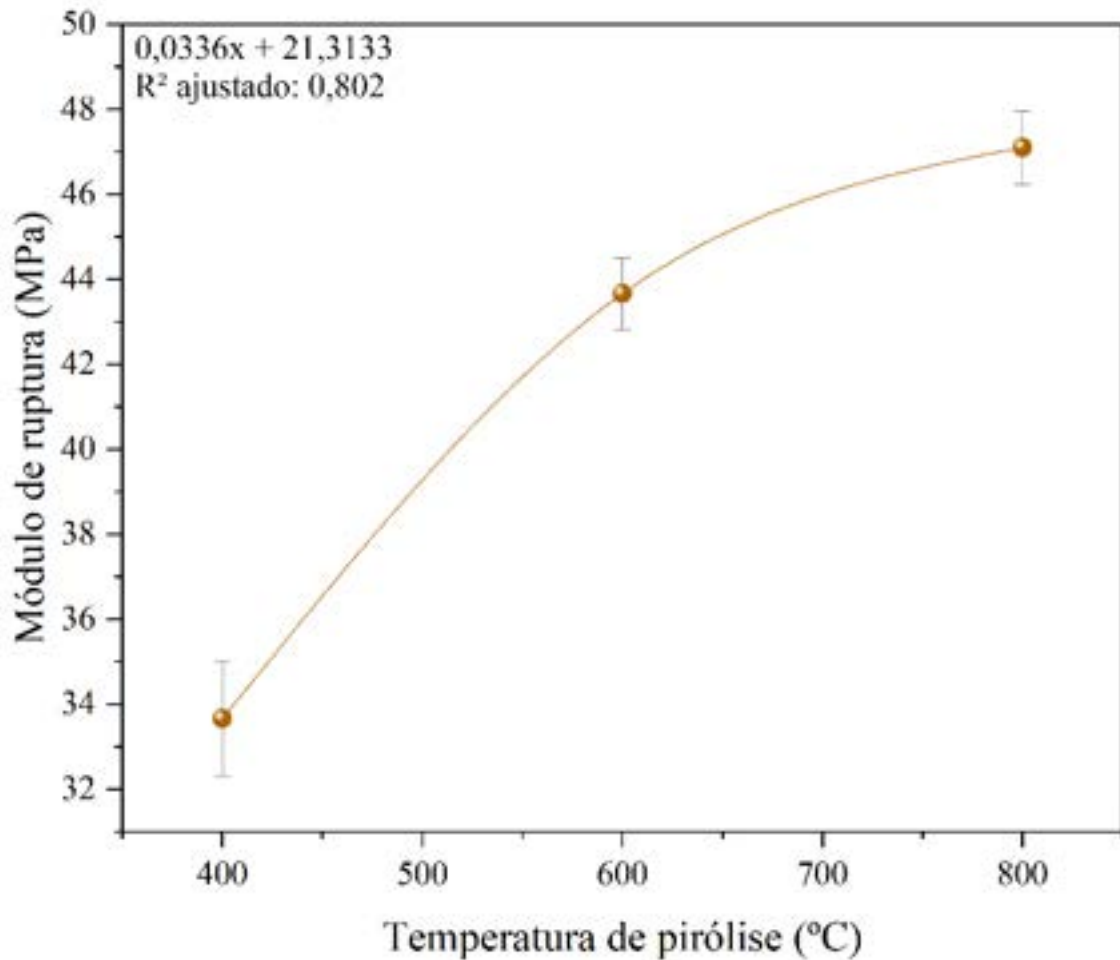
A madeira utilizada no estudo foi retirada de um plantio experimental de *Eucalyptus* spp. com dez anos de idade. Os procedimentos de carbonização seguiram a descrição de Dias Júnior et al. (2020). Dessa forma, as amostras de madeira previamente secas em estufa a 105 ± 2 °C, foram carbonizadas em um cilindro metálico no interior de uma estufa com circulação forçada de ar sob temperaturas finais de 400, 600 e 800°C. Com o propósito de se obter um material mais homogêneo, os finos de carvão vegetal foram peneirados, obtendo granulometria final de 250 mesh (0,056 mm). Os biocompósitos foram produzidos utilizando resina epóxi como matriz polimérica e finos de carvão vegetal com a fração mássica de 20% de finos de carvão vegetal, com a finalidade de avaliar a sua influência nas propriedades dos biocompósitos. Testes mecânicos foram realizados a fim de conhecer melhor as peculiaridades desse material. Os testes de flexão e tração foram feitos, usando uma máquina de ensaios mecânicos universal modelo EMIC, a resistência à flexão foi delimitada seguindo os parâmetros da norma ASTM D-7264 (ASTM, 2021), e os ensaios de tração seguiram as prescrições da norma ASTM D-3039 (ASTM, 2017).

A fim de superar os erros experimentais e instrumentais, sete corpos de prova foram testados para cada ensaio. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (*Shapiro-wilk*) e de homocedasticidade (*Bartlett*). A análise de variância foi realizada seguindo delineamento inteiramente aleatorizado, com três variáveis respostas relacionadas à temperatura de pirólise (400, 600 e 800 °C), após detecção de diferenças significativas, foi realizado o ajuste do modelo de regressão que melhor previu o comportamento dos dados. Todas as análises foram executadas a 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da temperatura de pirólise nas propriedades de resistência à flexão dos biocompósitos reforçados com finos de carvão vegetal são mostrados na Figura 1.

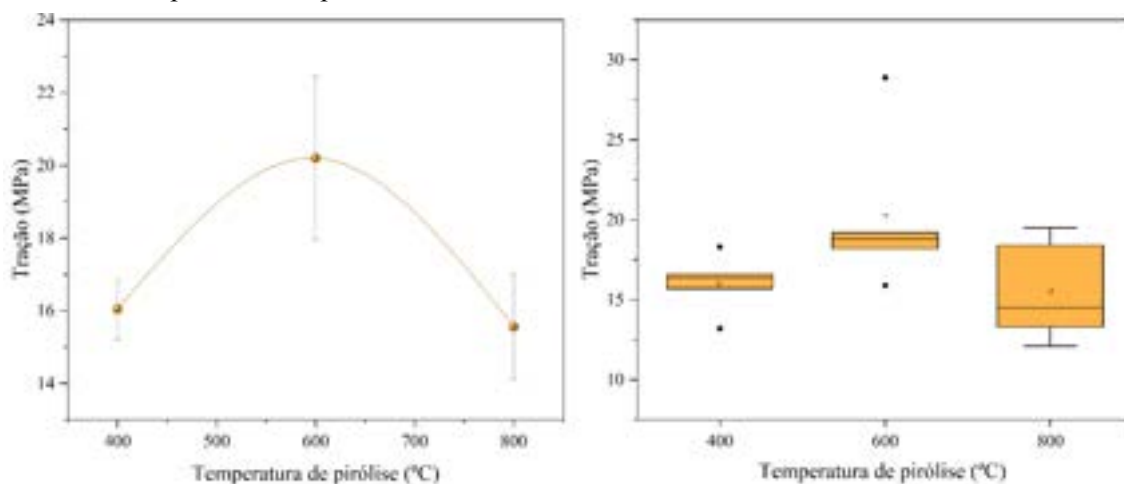
Figura 1. Módulo de resistência à ruptura dos biocompósitos com finos de carvão vegetal em diferentes temperaturas de pirólise.



Fonte: Autores (2022).

É notório que à medida que se elevou a temperatura de pirólise dos finos de carvão vegetal, a resistência à ruptura dos biocompósitos aumentaram. Tendo um aumento de 29% de 400 a 600 °C e um ligeiro aumento de 7% de 600 a 800 °C. Tal característica é benéfica pois pressupõe que as características mecânicas dos biocompósitos são otimizadas utilizando finos de carvão vegetal em temperaturas maiores (600 e 800 °C). Os finos de carvão vegetal preparados em temperaturas mais altas são geralmente caracterizados pela presença de grandes números de microporos e macroporos, o que melhora a sinergia entre bio-reforço e matriz polimérica (POLOK-RUBINIEC; WŁODARCZYK-FLIGIER, 2020), a hipótese que se obtém um biocompósitos mais rígido, leve e de fácil aplicação (LI et al., 2017). As propriedades de resistência à tração são demonstradas na Figura 2.

Figura 2. Resistência à tração de biocompósitos produzidos a partir de finos de carvão vegetal em diferentes temperaturas de pirólise.



Fonte: Autores (2022).

A resistência à tração dos biocompósitos em 600 °C se demonstrou mais interessante, com um aumento de 20,6 e 23% em relação a temperatura de 400 e 800 °C, respectivamente. Esse comportamento sugere, que quando o objetivo é a resistência à tração dos biocompósitos com finos de carvão vegetal juntamente com a resina epóxi, se faz necessária a utilização de temperaturas intermediárias, como por exemplo, em torno de 600 °C. Além disso, foi relatado na literatura que a resistência à tração de biocompósitos com determinados bio-reforços é mais sensível à interação interfacial do que a resistência à ruptura (BAI et al., 2019).

4. CONCLUSÃO

Os biocompósitos com finos de carvão vegetal apresentaram características promissoras como bio-reforço em compósitos poliméricos, permitindo comportamentos interessantes na resistência à ruptura e tração. Temperaturas mais elevadas, especialmente de 600 e 800 °C, obtiveram os melhores resultados de resistência mecânica. Tal pesquisa possibilitará o acréscimo a fontes de pesquisas mais dados sobre a utilização de resíduos de fontes naturais utilizados em conjunto com matrizes poliméricas, visto que, se dispõe de pouco material sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

AKALUZIA, R. O. et al. Evaluation of the effect of reinforcement particle sizes on the impact and hardness properties of hardwood charcoal particulate-polyester resin composites. **Materials Today: Proceedings**, v. 38, p. 570–577, 2021.

AMERICANSOCIETYFOR TESTINGANDMATERIALS-(ASTM).**D3039M-17: Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials.** West Conshohocken, 2017

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS - ASTM. **D 7264M-21: Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials.** West Conshohocken, 2021.

BAI, Y. et al. Coal powder and ethylene-propylene-diene monomer reinforced hybrid polypropylene composites. *Materials Science Forum*, v. 956 MSF, p. 192–200, 2019.

LI, Y. et al. Coal pore size distributions controlled by the coalification process: An experimental study of coals from the Junggar, Ordos and Qinshui basins in China. *Fuel*, v. 206, p. 352–363, out. 2017.

POŁOK-RUBINIEC, M.; WŁODARCZYK-FLIGIER, A. Polypropylene matrix composite with charcoal filler. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, v. 2, n. 103, p. 60–66, 1 dez. 2020.

PUDEŁKO, A. et al. Waste derived biochar as an alternative filler in biocomposites - Mechanical, thermal and morphological properties of biochar added biocomposites. *Journal of Cleaner Production*, v. 278, p. 123850, jan. 2021.

CAPÍTULO
TULO XIIRETRATIBILIDADE DA MADEIRA DE *PINUS TAEDA*
SUBMETIDA À SECAGEM EM DIFERENTES POTÊNCIAS
DE MICRO-ONDAS

*Felipe dos Santos Cardoso*¹, *Camila Nascimento Moreira Alves*¹, *Leonardo da Silva Oliveira*².

¹ Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

² Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

* Autor correspondente: biscoitomegadeth@gmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a retratibilidade volumétrica da madeira de *Pinus taeda* submetida à secagem em diferentes potências de micro-ondas. Para o estudo foram utilizadas amostras de madeira de *Pinus taeda* com 250 mm de comprimento, 100 mm de largura e 20 mm de espessura. Foram estabelecidos quatro (4) tratamentos, sendo Tratamento 1 (T1) testemunha com secagem da madeira em estufa elétrica com circulação forçada de ar e temperatura constante de 60°C. Nos outros três tratamentos a secagem foi realizada em forno micro-ondas convencional com diferentes potências: Tratamento 2 (T2): 600 Watts (W); Tratamento 3 (T3) 800 W e Tratamento 4 (T4) 1000 W. Os valores de retratibilidade volumétrica encontrados no estudo foram inferiores aos encontrados na literatura para a madeira de *Pinus taeda*. Não houve diferença estatística entre os tratamentos estudados, seja com secagem em estufa, seja para as diferentes potências do forno micro-ondas. A secagem em forno micro-ondas apresentou desempenho satisfatório para determinar o valor de retratibilidade volumétrica da madeira de *P. taeda* em todas as potências utilizadas.

Palavras-chave: Secagem da madeira; Secagem em micro-ondas; Contração da madeira.

1. INTRODUÇÃO

A secagem é uma etapa fundamental no processo de industrialização da madeira serrada. A remoção da água da madeira pode ocorrer por vários métodos, os mais empregados no Brasil são a secagem ao ar livre e a secagem artificial em câmara convencional. Existem outros métodos com potencialidade de racionalizar a secagem da madeira, entre eles a secagem em forno de micro-ondas.

De acordo com Talgattiet al. (2020), o processo de secagem em forno micro-ondas ocorre de dentro para fora da madeira, minimizando a formação de gradientes de umidade, o que contribui na redução de defeitos, sendo o método recomendado para madeiras de difícil secagem.

A variação dimensional da madeira, devido à desorção e à adsorção de água, denominada como retratibilidade, é uma das propriedades mais importantes, pois influencia de forma significativa o emprego industrial da madeira para as mais variadas finalidades de uso (DURLO e MARCHIORI, 1992). Diante disso, o presente trabalho visa avaliar a retratibilidade volumétrica da madeira de *Pinus taeda* submetida à secagem em diferentes potências de micro-ondas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram utilizadas amostras de madeira de *Pinus taeda* com 250 mm de comprimento, 100 mm de largura e 20 mm de espessura. O experimento foi conduzido no Laboratório de Secagem da Madeira (LASEMA) do Centro de Engenharias (CEng) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL).

Foram estabelecidos quatro (4) tratamentos, sendo Tratamento 1 (T1) testemunha com secagem da madeira em estufa elétrica com circulação forçada de ar e temperatura constante de 60°C. Nos outros três tratamentos as secagens foram realizadas em forno micro-ondas convencional com diferentes potências: Tratamento 2 (T2): 600 Watts (W); Tratamento 3 (T3) 800 W e Tratamento 4 (T4) 1000 W.

Para determinar o coeficiente de retratibilidade volumétrica, foi utilizada a seguinte Equação (1):

$Q = [(V_u - V_o) / V_u] \times 100$	(Equação 1)
--------------------------------------	-------------

Onde: Q = Coeficiente de retratibilidade volumétrica; V_u = Volume da amostra de madeira úmida [cm^3]; V_o = Volume de amostra de madeira seca [cm^3].

As amostras de madeira tiveram suas dimensões (largura, comprimento e espessura) mensuradas, através de um paquímetro digital e régua de precisão. A partir da obtenção dos valores das três dimensões calculou-se o volume das amostras.

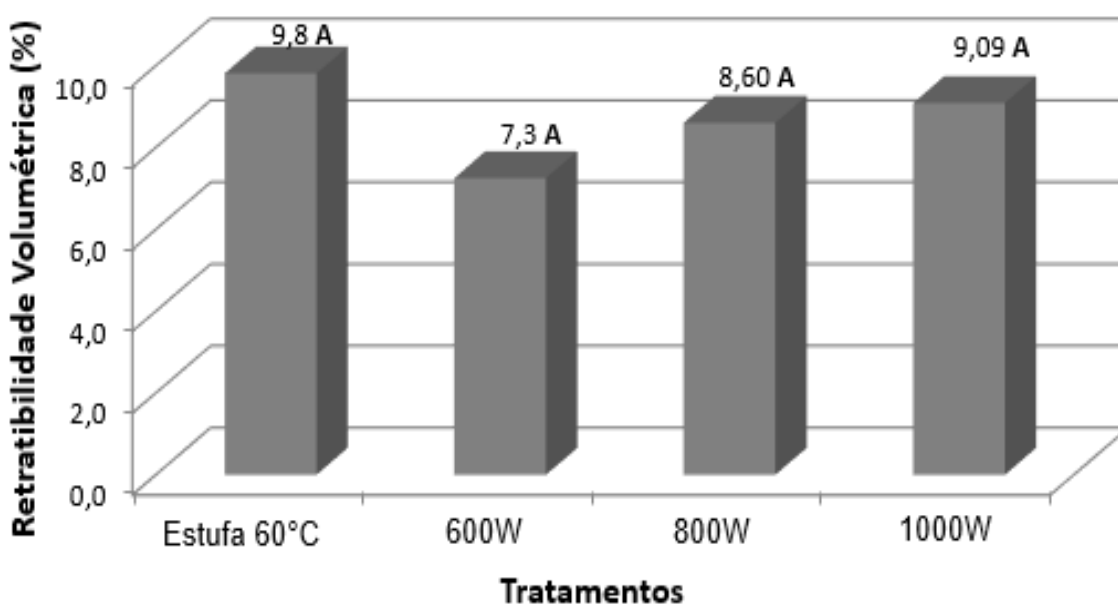
O experimento foi conduzido a partir de delineamento inteiramente casualizado, considerando

quatro (4) tratamentos com 20 (vinte) repetições para cada tratamento. As variáveis foram submetidas à análise de variância com 95% de confiabilidade e ao teste de comparação de média de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 consta o valor resultante da média percentual das amostras dos tratamentos avaliados no presente estudo para a retratibilidade volumétrica.

Figura 1 – Retratibilidade volumétrica. Valores seguidos de mesma letra não diferem pelo teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 95% de confiabilidade.



Fonte: O autor (2022).

A partir da análise dos resultados do estudo, percebe-se uma possível tendência a redução de retratibilidade quanto a secagem ocorre em forno micro-ondas com potência de 600W, entretanto, não houve diferença significativa na retratibilidade entre os tratamentos, tanto para a testemunha (T1), como para os demais tratamentos em forno de micro-ondas (T2, T3, T4).

Destaca-se também que os resultados obtidos no estudo foram inferiores aos encontrados na literatura para a retratibilidade volumétrica do *P. taeda*. De acordo com Oliveira et al. (2006) a retratibilidade volumétrica desta espécie de *Pinus* varia de 10,4 a 11,8%. Palma e Ballarin (2003) encontraram os valores de contração volumétrica de 12,3 para madeira juvenil e 14,2% para madeira adulta para contração volumétrica do *Pinus taeda*. Enquanto, IPT (1989) determinou a retratibilidade volumétrica do *P. elliottii* é em torno de 10,5%

Desta forma, pode-se considerar que a secagem em forno micro-ondas, causou efeito positivo na redução da retratibilidade volumétrica na madeira de *P. elliottii*, gerando valores de 7,3; 8,6

e 9,1% para as potências de 600; 800 e 1.000W, respectivamente. Sendo que este método de secagem atingiu resultado satisfatório para o parâmetro comparado com a secagem em estufa convencional.

Cabe ressaltar que a retratibilidade é considerada uma das propriedades físicas mais importantes da madeira, ela afeta e limita sua aplicação onde a estabilidade dimensional é importante. Praticamente toda a alteração dimensional da madeira ocorre entre o ponto de saturação das fibras até 0% de umidade (GALVÃO e JANKOWSKY, 1985). Durlo e Marchiori (1992) ainda descrevem que quanto maior a retratibilidade, mais defeitos podem surgir como torções e encaamentos. Os mesmos autores dizem que a retratibilidade é um parâmetro para se avaliar a estabilidade da madeira.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no estudo, pode-se concluir que:

Os valores de retratibilidade volumétrica do estudo foram inferiores aos encontrados na literatura para a madeira de *Pinus taeda*;

Não houve diferença estatística entre os tratamentos estudados, seja com secagem em estufa, seja para as diferentes potências do forno micro-ondas;

A secagem em forno micro-ondas apresentou desempenho satisfatório para a retratibilidade volumétrica da madeira de *P. taeda* em todas as potências utilizadas.

REFERÊNCIAS

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10)

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Sistema de informações de madeiras brasileiras. São Paulo, 1989.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 112 p.

PALMA, H. A. L.; BALLARIN, A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. *Scientia Forestalis*, n.64, p.13-22, 2003.

OLIVEIRA, F. L. et al. Propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. em função da idade e da posição radial na tora. **Revista Instituto Florestal**, v. 18, p.59-70, 2006.

TALGATTI, M.; et al. Secagem da madeira de *Hoveniadelphus* e *Eucalyptus tereticornis* em forno micro-ondas com diferentes potências de temperatura. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 3, p. 1121-1128, 2020.



CAPÍTULO
TULO XIIIVARIAÇÃO BASE-TOPO DA DENSIDADE BÁSICA NA
MADEIRA DE CLONES DE EUCALIPTO

Vaniele Bento dos Santos^{1}, Gustavo Jaske da Conceição¹, Paola Delatorre Rodrigues¹, Nauan Ribeiro Marque Cirilo¹, Maria Fernanda Vieira Rocha², Graziela Baptista Vidaurre¹*

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil. ² Bracell, Alagoinhas, Bahia, Brasil.

*autor correspondente: vanielebento@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade base-topo da densidade básica na madeira de clones comerciais de eucalipto. Os materiais foram provenientes de plantios situados em Itanagra, Bahia, Brasil, pertencentes à empresa Bracell. Foram selecionadas e cubadas cinco árvores de dois clones de eucalipto, aos 3 e 5 anos de idade. A amostragem consistiu em retirar discos com 3 cm de espessura em seis posições das árvores a 0, DAP, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial. A densidade básica foi determinada em disco a partir das seis posições das árvores, que consistiu na relação entre a massa seca da madeira pelo seu volume saturado. A variabilidade base-topo dos clones apresentaram o mesmo perfil, em que, houve um decréscimo da densidade até a altura do DAP, seguida de aumento até 50% da altura comercial, e diminuição até as proximidades da copa. A heterogeneidade existente dentro do lenho e a variabilidade da densidade na madeira de eucalipto deve ser considerada para facilitar e melhorar seu beneficiamento.

Palavras-chave: Qualidade da madeira; Propriedades físicas; *Eucalyptus* sp.

1. INTRODUÇÃO

Em 2020, a área total de árvores plantadas no Brasil totalizou 9,55 milhões de hectares e entre as espécies mais plantadas, 78% da área é composta pelo cultivo de eucalipto (IBÁ, 2021). O *Eucalyptus* é um importante gênero fornecedor de matéria-prima para diversas finalidades industriais, principalmente devido a sua produtividade, capacidade de formação de copa e elevada densidade da madeira (Barreiro e Tomé, 2012).

As variações nas composições químicas, físicas e anatômicas da madeira são grandes entre espécies e elas podem ocorrer conforme a idade, posição na árvore, fatores genéticos e ambientais. A densidade da madeira é uma quantificação direta do material lenhoso por unidade de volume, estando relacionada a muitas propriedades, principalmente por poder afetar as demais (SHIMOYAMA, 1990). Na caracterização da madeira, a determinação de sua densidade e principalmente de sua variação dentro da árvore, tanto na direção radial, da medula para a casca, quanto no longitudinal sentido base–topo, é fundamental para entender os parâmetros de sua qualidade (OLIVEIRA, 2005). Sendo assim, estudos já afirmam que a densidade da madeira varia ao longo da árvore e tem tendência a aumentar com a idade da árvore (Meneses et al., 2015).

Estudos como o de Oliveira et al. (2005), mostram que em sete espécies de eucalipto, constatou que, com exceção do *E. grandis*, as demais espécies houve uma queda da densidade no topo das árvores. De modo geral, a densidade apresenta um comportamento padrão no sentido base-topo da árvore, de maiores valores na base, redução no DAP e aumento ou redução até a copa.

Dado a existência de diferentes tendências de variação da densidade da madeira de eucalipto, este trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade base-topo da densidade básica na madeira de clones comerciais de eucalipto em diferentes idades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais de estudo foram provenientes de plantios comerciais, situados no município

de Itanagra, Bahia, Brasil, pertencentes à empresa Bracell BA. Foram selecionadas e cubadas cinco árvores de dois clones de eucalipto, *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (A) e *E. grandis* x *camaldulensis* (B), com idades de 3 e 5 anos, conforme a distribuição das parcelas medidas em campo dentro dos parâmetros da empresa. Para corrigir e evitar qualquer deficiência nutricional, as árvores foram fertilizadas durante o primeiro ano (1º, 3º e 12º mês).

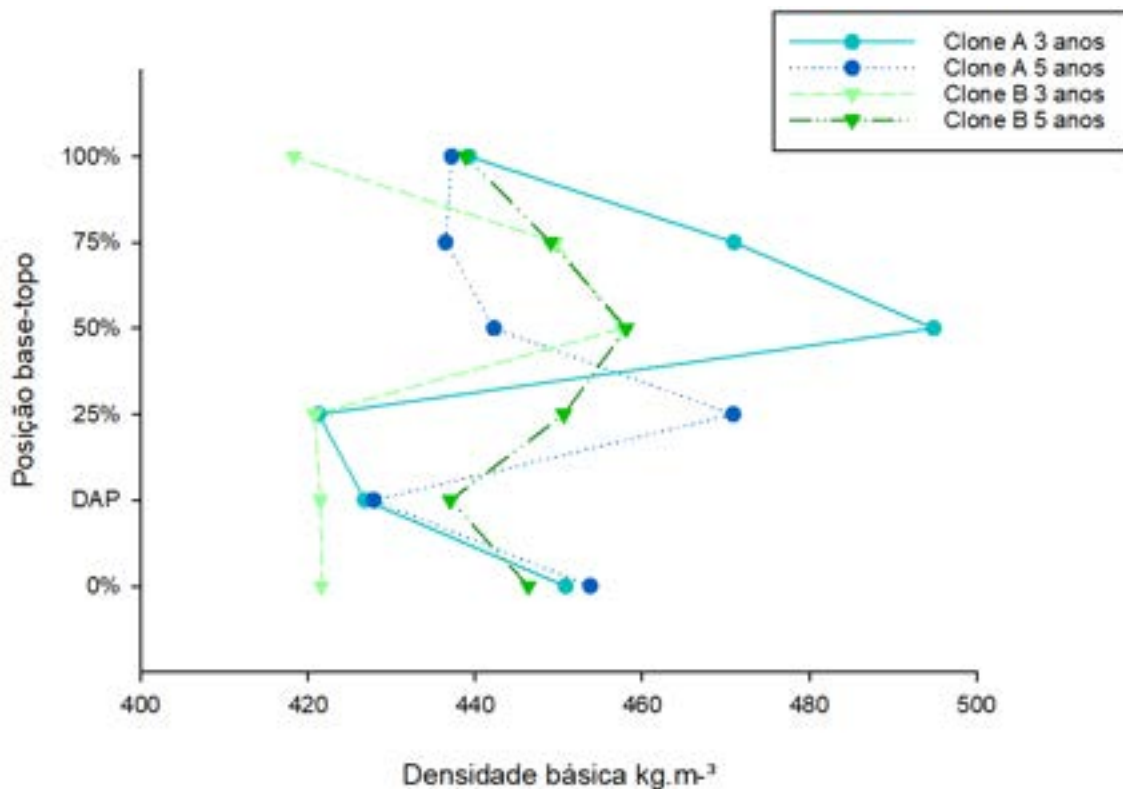
Foram colhidas 5 árvores de cada clone e idade de acordo com o diâmetro médio das parcelas, considerando 5% de desvio da média, definido pelo último inventário florestal anterior à coleta. Levaram-se como critérios de seleção a sanidade, forma do fuste, presença de defeitos e àquelas sob efeito de bordadura. Procedeu-se a cubagem rigorosa pelo método de Smalian e a altura comercial foi definida no diâmetro mínimo de 6 cm com casca. Quatro discos com 3 cm de espessura foram retirados em seis posições das árvores a 0, DAP, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial para a caracterização da madeira.

A densidade básica da madeira foi determinada em disco a partir das seis posições das árvores, a 0, DAP, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial para obtenção das médias. Foi realizada de acordo a NBR 11941 (2003), que consistiu na relação entre a massa seca da madeira pelo seu volume saturado. Para comparar os resultados entre os clones, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) pelo teste F o teste, e quando necessário, foi adotado o teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância. Todas as análises foram processadas no *software* R Studio versão 4.0.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de densidade básica dos materiais não apresentaram diferença estatística. O clone A apresentou 444 kg.m⁻³ aos 3 anos e 445 kg.m⁻³ aos 5 anos. Enquanto o clone B apresentou um maior intervalo entre as idades, sendo 430 kg.m⁻³ aos 3 anos e 446 kg.m⁻³ aos 5 anos de idade (Figura 1). Em relação à variabilidade base-topo, os clones apresentaram o mesmo perfil, em que, houve um decréscimo da densidade até a altura do DAP, seguida de aumento até 50% da altura comercial, e diminuição até as proximidades da copa.

Figura 1 - Variação base-topo da densidade básica da madeira de *E. grandis* x *E. urophylla* (A) e *E. grandis* x *camaldulensis* (B) em diferentes idades.



Hsing et al. (2016) verificaram um padrão de comportamento com valores decrescentes de densidade até 50% da altura da árvore e deste ponto em diante crescentes ou, com uma redução próxima ao topo. Outros comportamentos também foram encontrados em plantações em cultivo misto de *E. grandis* x *E. urophylla* com acácia, 6 anos de idade, por São Teago (2012). Para as árvores da parcela com 100 % de eucalipto (plantação pura), a densidade da madeira também decresceu até o DAP e depois aumentou até regiões próximas à copa.

O aumento da densidade básica da madeira de árvores de eucalipto varia com a idade, com tendência de estabilização após a formação da madeira adulta, havendo, portanto, necessidade de se determinar a idade das árvores para fins de comparação, bem como as condições do sítio (RIBEIRO e ZANI FILHO, 1993). Em um mesmo local de crescimento e em iguais idades, o material genético vai ter efeito direto sobre o comportamento da densidade no sentido base-topo do fuste do híbrido como *E. grandis* x *E. urophylla*. Segundo Sette Jr. et al. (2012), os maiores valores de densidade básica do lenho nas regiões basal e apical devem-se, provavelmente, às exigências mecânicas de sustentação do tronco e da copa das árvores de eucalipto.

4. CONCLUSÃO

Não houve diferença da densidade básica entre clone e idade. E ambos os materiais apresentaram o mesmo perfil de variação base-topo. Assim, a heterogeneidade existente dentro do lenho e a variabilidade da densidade na madeira de eucalipto deve ser considerada para facilitar e melhorar seu beneficiamento.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Cooperação CAPES/FAPES - Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação - PDPG, ao DCFM da UFES, à empresa de celulose Bracell e ao Núcleo de Pesquisa em Qualidade da Madeira.

REFERÊNCIAS

BARREIRO, S.; TOMÉ, M. Analysis of the impact of the use of eucalyptus biomass for energy on wood availability for eucalyptus forest in Portugal: A simulation study. **Ecology and Society**, v. 17, n. 2, p. 1-17, jun. 2012.

HSING, T.Y., PAULA, N.F., PAULA, R.C. Características dendrométricas, químicas e densidade básica da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 273-283, jan.-mar., 2016.

MENESES, V.A., TRUGILHO, P.T., CALEGARIO, N., LEITE, H.G. Efeito da idade e do sítio na densidade básica e produção de massa seca de madeira em um clone do *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 101-116, mar. 2015.

OLIVEIRA, J.T.S, HELLMEISTER, J. C. E TOMAZELLO, M.F. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**. v. 29, n. 1, pp. 115-127, 2005.

RIBEIRO, F.A.; ZANI FILHO, J. Variação da densidade básica da madeira em espécies/procedências de *Eucalyptus* spp. **IPEF**, v. 46, p.76-85, 1993.

SÃO TEAGO, G. B. **Qualidade das madeiras de acácia e eucalipto provenientes de cultivo misto visando a produção de celulose.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, p. 107, 2012.

SETTE, C.R., OLIVEIRA, I.R., TOMAZELLO FILHO, M., YAMAJI, F.M., LACLAU, J.P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1183-1190, 2012.

SHIMOYAMA, V.R. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* sp.** Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, p. 93, 1990.



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



III SAEIM



O Anais da III Semana Acadêmica de Engenharia Industrial Madeireira (III SAEIM) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) é fruto de um evento científico promovido pelo curso de Engenharia Industrial Madeireira que aconteceu em Jerônimo Monteiro entre os dias 31 de novembro e 02 de dezembro de 2022.

Este livro apresenta 26 trabalhos científicos, que estão agrupados em duas partes: a Parte I que contempla os resumos simples e, a Parte II, os resumos expandidos.

Apresentando como tema principal “Tecnologia, Ciências e Inovação: aspectos do setor florestal e madeireiro”, cujo objetivo é apresentar todos os trabalhos aprovados pela Comissão Científica, de modo a integrar os conhecimentos técnicos e acadêmicos, abrangendo as mais diversas áreas da Engenharia Industrial Madeireira.