

Fontes de Biomassa e Potenciais Usos 2

Leonardo Tullio
(Organizador)



 **Atena**
Editora
Ano 2020

Fontes de Biomassa e Potenciais Usos 2

Leonardo Tullio
(Organizador)



2020 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2020 Os autores
Copyright da Edição © 2020 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais. Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Editora Chefe

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ

Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Fontes de biomassa e potenciais de uso 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Leonardo Tullio

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| F683 | Fontes de biomassa e potenciais de uso 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-207-4 DOI 10.22533/at.ed.074202107 1. Biocombustíveis. 2. Biomassa – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo. CDD 333.9539 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Fontes de Biomassa e Potências de Uso” aborda em seu segundo Volume uma apresentação de 9 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para a área de energias alternativas. Tema tratado com abordagem sistemática envolvendo o desenvolvimento de técnicas e métodos de aproveitamento da biomassa.

Pesquisar sobre a obtenção de energia com o menor impacto ambiental é sem dúvida o objeto central de estudo global. Com o crescimento populacional novos problemas aparecem, um deles é sem dúvida sobre o reaproveitamento de biomassa como fonte de energia com o menor impacto ambiental. Adotar energias renováveis seria uma das estratégias mais eficientes para esse problema, bem como o reaproveitamento dos recursos limitados.

Assim, necessitamos de inovações tecnológicas que representem impactos positivos no desenvolvimento das cidades. Avaliar a capacidade de geração energética através de diversas fontes serão apresentados nesta obra, resultados promissores na área.

Neste sentido, conhecer casos de sucesso e estudar sobre futuras pesquisas é o propósito deste e-book, levar conhecimento também é ser sustentável, desenvolver estratégias é superar fronteiras e cada vez mais pensar no futuro.

Seja diferente, pense diferente e comece agora, agir com propósitos claros pensando nas gerações futuras. Bons estudos.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| NANOCELULOSES DE FONTES ALTERNATIVAS: OBTENÇÃO, MORFOLOGIAS E APLICAÇÕES | |
| Emanoel Igor da Silva Oliveira Silvana Mattedi Nadia Mamede José | |
| DOI 10.22533/at.ed.0742021071 | |
| CAPÍTULO 2 | 20 |
| A TECNOLOGIA DA BIOMASSA COMO INSUMO PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA ECOEFICIENTE | |
| Ana Martha Carneiro Pires de Oliveira Raquel Nazário da Rosa Prado | |
| DOI 10.22533/at.ed.0742021072 | |
| CAPÍTULO 3 | 28 |
| AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO ENERGÉTICA DO BIODIGESTOR ALIMENTADO COM RESÍDUOS DOMÉSTICOS EM UM RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE LAGES/SC | |
| Lucas de Bona Sartor Taciana Furtado Ribeiro Mariáh de Souza Lais Sartori Bruna da Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.0742021073 | |
| CAPÍTULO 4 | 36 |
| OTIMIZAÇÃO DA REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO METÉLICA DO ÓLEO DE SOJA CATALISADA POR SILICATO DE SÓDIO DERIVADO DAS CINZAS DE CASCA DE ARROZ | |
| Guilherme Canto da Rosa Samuel José Santos Matheus Nunes Claro Rodrigo Eckert Renner João Vitor Braun Luize Kehl Bickel Vinícius Oliveira Batista dos Santos Luiz Antonio Mazzini Fontoura | |
| DOI 10.22533/at.ed.0742021074 | |
| CAPÍTULO 5 | 50 |
| ÉSTERES GRAXOS DERIVADOS DE ÓLEOS E GORDURAS DE PALMÁCEAS: OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO | |
| Vinícius Oliveira Batista dos Santos João Vitor Braun Samuel José Santos Rodrigo Eckert Renner Guilherme da Costa Espíndola Luiz Antonio Mazzini Fontoura | |
| DOI 10.22533/at.ed.0742021075 | |
| CAPÍTULO 6 | 63 |
| CATALISADORES UTILIZADOS NA REAÇÃO DE HIDRODESOXIGENAÇÃO PARA MELHORIA DO BIO-ÓLEO DE PROCESSAMENTO DA BIOMASSA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | |
| Maria Luiza Andrade da Silva | |

Maria Carolina Granja Correia
Milena Argollo de Mendonça
Milena Maria Ferreira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.0742021076

CAPÍTULO 7 76

REMOÇÃO DOS CORANTES AZUL ÍNDIGO E PRETO REATIVO 5 DO MEIO AQUOSO UTILIZANDO A CASCA DA CANA DE AÇÚCAR E A CASCA DE MILHO COMO BIOADSORVENTES

Ana Nery Furlan Mendes
Isabella Ramos Silva
Drielly Goulart
Ana Paula Oliveira Costa
Christiane Mapheu Nogueira
Vivian Chagas da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.0742021077

CAPÍTULO 8 93

PONTO DE FLUIDEZ, VISCOSIDADE E DENSIDADE DE BIODIESEIS METÁLICOS DERIVADOS DE ÓLEOS E GORDURAS

Ismael Barbosa Paulino
Joselaine dos Santos Dias
Rodrigo Schneider
Samuel José Santos
Bruno Levandosky Coelho dos Santos
Luan Weber dos Santos
Luiz Antonio Mazzini Fontoura

DOI 10.22533/at.ed.0742021078

CAPÍTULO 9 105

ABSORÇÃO DE IMPACTO EM PAINÉIS HONEYCOMB DE BAMBU

Wellington Bazarim Verissimo
Pedro Franchi Ruiz
Felipe Frizon
Sullivam Prestes de Oliveira
Bruno Bellini Medeiros
Fabiano Ostapiv

DOI 10.22533/at.ed.0742021079

SOBRE O ORGANIZADOR..... 111

ÍNDICE REMISSIVO 112

ABSORÇÃO DE IMPACTO EM PAINÉIS HONEYCOMB DE BAMBU

Data de aceite: 15/07/2020

Data de submissão: 16/04/2020

Pato Branco - Paraná

<http://lattes.cnpq.br/8385686899868293>

Wellington Bazarim Verissimo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
Campus Pato Branco
Pato Branco - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9674873189113463>

Pedro Franchi Ruiz

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
Campus Pato Branco
Pato Branco - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/2417668104522714>

Felipe Frizon

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
Campus Pato Branco
Pato Branco - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8738863650424815>

Sullivam Prestes de Oliveira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
Campus Pato Branco
Pato Branco - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1398833951629537>

Bruno Bellini Medeiros

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
Campus Pato Branco
Pato Branco - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6045536501621727>

Fabiano Ostapiv

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
Campus Pato Branco

RESUMO: Painéis sanduíche são uma classe de compósitos estruturais utilizadas em diversas aplicações, compostos geralmente por uma camada intermediária de material menos denso, denominado como núcleo, que separa as duas camadas externas chamadas de faces que são compostas pelas lâminas de fibra de vidro, as quais garantem a rigidez estrutural do compósito, atuando em conjunto com a resina que será utilizada no processo. O trabalho trata-se do desenvolvimento de um compósito do tipo sanduíche utilizando-se do bambu como material para o núcleo inercial, feito em dois lotes de corpos de prova laminados com fibra de vidro, sendo um deles laminado com resina sintética termofixa estrutural epóxi e outro com resina de poliuretano derivada do óleo de mamona, sendo que esta apresenta maior grau de sustentabilidade e boa capacidade de adquirir a forma desejada a partir da propriedade de flexibilidade. O objetivo é determinar a capacidade de absorção de impacto destes painéis compósitos nos dois casos.

PALAVRAS-CHAVE: colmos de bambu. painéis “honeycomb”. fibra de vidro. painéis sanduíche. resina.

ABSTRACT: Sandwich panels are a class of structural composites used in various applications, usually composed of an intermediate layer of a less dense material, called core, which separates the two outer layers called faces that are composed of fiberglass, which ensure the composite structural rigidity, acting combined with the resin that will be used in the process. The work is about developing a sandwich-type composite using bamboo as inertial core material, made in two lots of specimen using fiberglass as faces, one of them being laminated using epoxy resin and other using castor oil derived polyurethane resin, the castor oil has a better sustainability degree and a good ability to acquire the desired shape. The objective is to determine the impact absorption capability of these composite panels in both cases.

KEYWORDS: bamboo culms. “*honeycomb*” panels. fiberglass. “sandwich” panels. resin.

1 | INTRODUÇÃO

Painéis tipo *honeycomb* são formados por camadas finas moldadas no formato de células hexagonais, podendo ser agrupadas em outras formas, que se encaixam com os eixos orientados perpendicularmente aos planos da face. Entre as propriedades, as mais relevantes são as resistências à compressão e flexão. Projetado para aplicação em diversos produtos que necessitam de alta tecnologia e performance, o *honeycomb* é uma ótima opção para aplicações estruturais, fornecendo uma excelente relação de resistência por massa, sendo também, ecológica e economicamente atrativo para a comercialização. Podem ser utilizados nas áreas naval, automobilística, aeronáutica, dentre outras (Callister, 2002).

O bambu é considerado um material sustentável, por ser renovável, sequestrador de gás carbônico, além de ser facilmente incorporável na natureza ao final do seu ciclo de vida. Além disso, seus colmos, principal parte aérea da planta, podem ser usados como matéria prima para a fabricação de muitos produtos industrializados, entre eles painéis compósitos do tipo placas laminadas. Grande parte desse bambu é utilizado na fabricação *wood frame*, sendo que o aumento na utilização dessa técnica provoca um crescimento no uso de novos painéis estruturais no setor construtivo.

A resina de poliuretano (PU) obtida a partir do óleo de mamona apresenta várias vantagens em relação a outros tipos de polímeros derivados de vegetais, especialmente por sua matéria-prima não ser utilizada no setor alimentício. Ela também proporciona uma grande versatilidade de produtos, dependendo da maneira como o óleo é processado (Azevedo, 1999). Essa resina apresenta como principais propriedades boa durabilidade, elasticidade, resistência a raios ultravioleta e ao intemperismo e ótima penetração nos poros das superfícies garantindo aderência (Imperveg).

A resina epóxi, apresenta excelentes propriedade mecânicas quando curada à temperatura ambiente e se curada em condições específicas pode proporcionar extrema resistência mecânica e alto módulo de elasticidade (E-Composites).

Tanto os colmos de bambu como os painéis do tipo *honeycomb* apresentam elevada relação de resistência por peso, sendo que, quando se une o material ao conjunto estrutural, este se comporta em alta performance, garantindo rigidez estrutural quando ensaiados em formato de painéis (placas). Tendo como objetivo ser uma alternativa com menor impacto ambiental para o setor de compósitos estruturais, tem como diferencial grande aplicabilidade e resistência mecânica considerável (Darzi et al, 2018).

O trabalho tem como objetivo a determinação da absorção de energia de impacto de painéis compósitos tipo sanduíche, produzidos em dois lotes laminados com fibra de vidro, sendo um deles laminado com resina sintética termofixa estrutural epóxi e outro com resina de poliuretano derivada do óleo de mamona.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O fluxograma descrito na figura 1 apresenta a sequência de processos realizados para a fabricação do compósito estrutural que foi utilizado durante os ensaios, sendo produzido um lote estatístico de 13 corpos de prova para cada variante de material adesivo, resina epóxi e de poliuretano, totalizando 26 corpos de prova. Estas etapas consistem na seleção de espécies, que é um dos fatores mais importantes neste processo, até os resultados obtidos através de ensaios pelo método Izod. Estas amostras possuem a geometria adaptada seguindo o modelo da norma ASTM D256, sem entalhe, com dimensões de base quadrada de 20 mm e comprimento de 200 mm, tendo as faces do painel orientadas na direção do impacto.

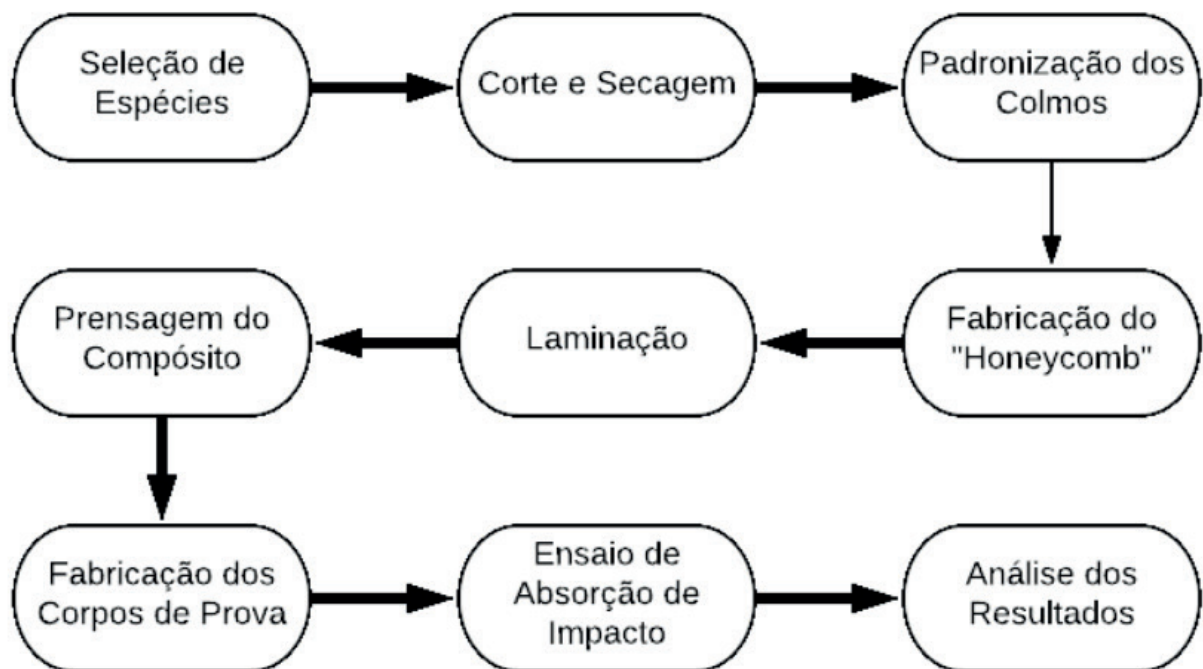


Figura 1 Fluxograma da fabricação dos corpos de prova. Fonte: Autoria Própria (2019)

Os núcleos dos painéis foram produzidos a partir dos colmos de bambu da espécie "*Drepanostachyum falcatum*", os quais foram cortados e armazenados em estufa, sob

aproximadamente 18°C e após esse processo foram mantidos em mufla obtendo uma umidade de 28% em relação a seu peso. Dentre os aspectos do bambu, está o desenvolvimento de fungos que, nesta espécie, começam a se desenvolver na parte externa do colmo durante os primeiros anos. Após 5 a 8 anos, o crescimento dos fungos e do mofo causam o colapso do colmo e a sua decadência. Desse modo, a utilização dos colmos se dá neste breve tempo de vida, prontos para a colheita entre 5 e 7 anos.

A padronização dos colmos foi feita a partir da triagem, onde foram separados em bambus verdes e maduros, observando-se também as variações nos diâmetros. O corte dos bambus selecionados foi feito a partir de serra de fita, com um diâmetro determinado de 20mm, facilitando a montagem dos painéis.

Os materiais adesivos aplicados neste trabalho foram: resina sintética termofixa estrutural epóxi e resina de poliuretano derivada do óleo de mamona. Utilizando duas camadas de tecido fibra de vidro – E, a espessura da face se encontra próximo a 0,4 mm.

Para o ensaio de Izod, foi utilizado a máquina demonstrada na Figura 2, elevando seu martelo em posição horizontal e dispendo os corpos de prova na parte inferior do equipamento.

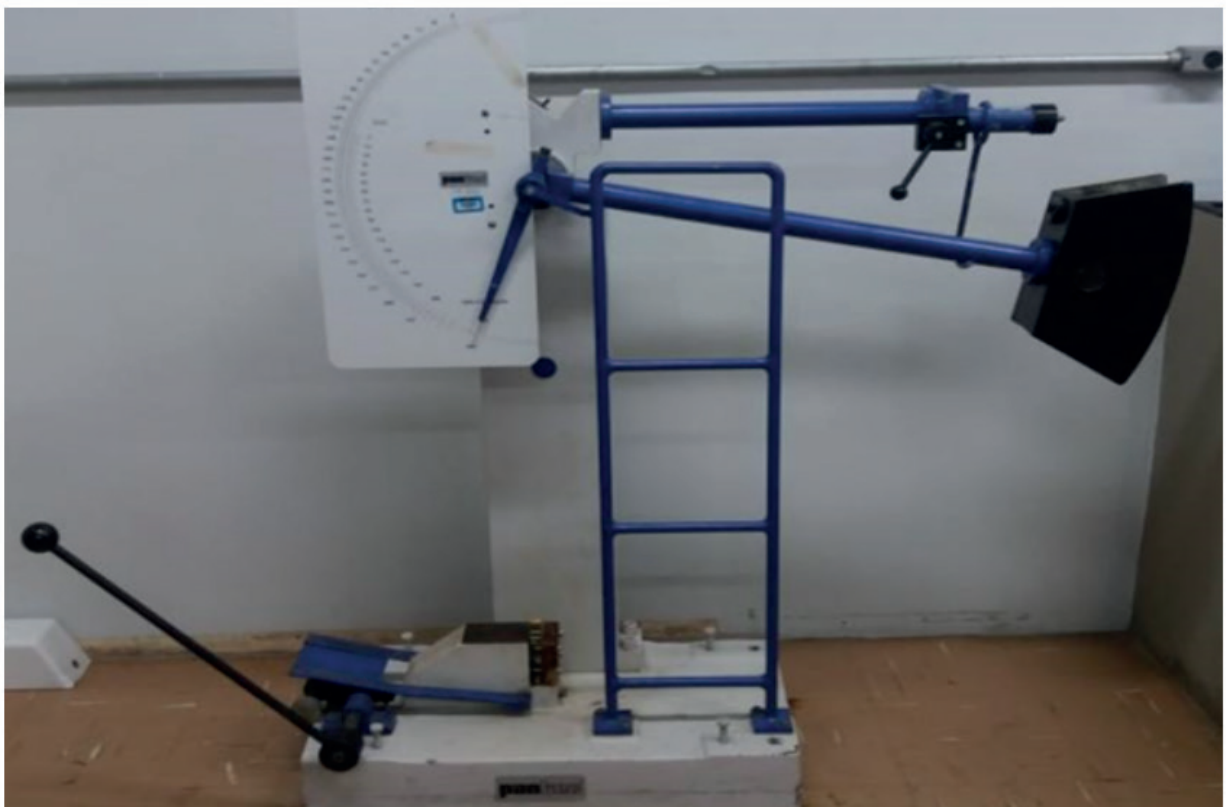


Figura 2 Equipamento utilizado para o ensaio Izod. Fonte: Autoria Própria (2019)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são mostrados os valores obtidos com a realização dos ensaios. Estes dados foram analisados de acordo com a norma ASTM especificada anteriormente. Na Tabela 1

é possível observar os resultados para o ensaio de Izod, onde foram estudados os corpos de prova feitos, primeiramente, com resina poliuretana de base vegetal, em seguida, feitos somente a partir da resina epóxi.

| | Energia [J/m] | Desvio Padrão |
|---|---------------|---------------|
| Resina poliuretana derivada de óleo de mamona | 78,25 | ±15,92 |
| Resina sintética termofixa estrutural epóxi | 82,625 | ±15,31 |

Tabela 1 Resultados do ensaio Izod.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Com isso, é possível perceber que as amostras contendo resina epóxi apresentaram pequenas variações, se comparadas com a de poliuretano, com uma diferença de 5,29%.

4 | CONCLUSÕES

Ao utilizar matéria prima de fácil acesso e com grande potencial de produção em regiões tropicais, o trabalho apresentou grande autonomia de produção nacional, além de que o custo para obtenção de matéria prima reduz significativamente, já que o bambu pode ser cultivado em qualquer região brasileira.

Com a realização deste trabalho e as análises sobre o compósito, pôde-se observar que o principal modo de falha ocorre na interface, atuando também na separação da face e no núcleo de bambu. Ambos os adesivos demonstraram resistência ao impacto semelhante, porém, ao analisar os comportamentos durante o ensaio, observou-se que na resina epóxi ocorreu ruptura frágil, enquanto a resina PU não sofreu ruptura, demonstrando a grande capacidade elástica da mesma

Os painéis do tipo “honeycomb” produzidos a partir de colmos de bambu apresentam elevada relação de resistência por peso, ao passo que, ao unir este material ao conjunto estrutural, observa-se o comportamento de alta performance, garantindo a rigidez estrutural quando ensaiado em formato de painéis. Sendo essa uma alternativa no mercado dos compósitos estruturais, que apresenta resistência mecânica considerável, menor impacto ambiental e variados setores de aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

ASTM D256, **Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018. Acessado em: www.astm.org

AZEVEDO, Elaine Cristina de. **Efeito da Radiação nas Propriedades Mecânicas do Adesivo de Poliuretano Derivado do Óleo de Mamona**. 2009. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Pipe, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009

Callister, W. D., **Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução**. John Wiley & Sons, Inc., 2002.

Darzi, S. et al. **Numerical Study on the Flexural Capacity of Ultra-High Composite Timber Sandwich Panels**. Composites Part B: Engineering, [S.L], v. 155, p. 212- 224, dez. 2018.

E-COMPOSITES, 2018. "**Barracuda Advanced Composites**". Barracuda. 20 jun. 2019. Acessado em: <http://www.ecomposites.com.br/RESINA_EPOXY_AR260_ENDURECEDOR_AH260/prod-4587810/>

IMPERVEG®, 2018. "**Datasheet Imperveg AGT1315**." Polímeros Indústria e Comércio Ltda. 20 jun. 2019. Acessado em: <www.imperveg.com.br>.

SOBRE O ORGANIZADOR

LEONARDO TULLIO: Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92

Anaeróbio 35

Análise Térmica 7, 51, 52, 57, 60

Aterros 25, 28, 30, 35

B

Bioadsorventes 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 86, 88, 89, 91, 92

Biocombustíveis 20, 24, 25, 26, 35, 37, 47, 50, 51, 53, 54, 62, 65, 70, 72, 73

Biodiesel 24, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 74, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104

Biodigestor 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Biogás 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 65

Biomassa 2, 6, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 36, 38, 50, 52, 53, 54, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 73, 76, 93, 105, 111, 112, 113

Bio-Óleo 53, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74

Biorrefinarias 26, 63, 65

C

Celulose 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 24, 66, 79, 92

Cogeração 22, 27

Colmos de Bambu 105, 107, 109

Corantes 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Crescimento Populacional 29, 64

E

Efeito Cinético 3

Efeito Estufa 20, 23, 24, 30, 50, 53, 65, 95

Efluentes 1, 2, 5, 21, 22, 41, 76, 77, 78, 91

Energia 5, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 53, 59, 62, 63, 64, 65, 107, 109

F

Fibra de Vidro 105, 107, 108

G

Gorduras 37, 38, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 60, 61, 62, 67, 72, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103

H

Hidrodesoxigenação 63, 64, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74

M

Morfologia 2, 4, 7, 9, 10

N

Nanocelulose 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 15

Nanopartículas 1, 2, 4, 13

O

Óleos 24, 30, 37, 38, 50, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 66, 67, 72, 73, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103

P

Painéis “Honeycomb” 105

Palmáceas 50, 51, 52, 57, 58, 59, 60, 96

Poder Calorífico 51, 52, 57, 59, 67

Ponto de Fluidez 93, 94, 95, 98, 99, 100, 101

Processos 1, 5, 7, 8, 9, 22, 23, 25, 36, 50, 54, 63, 65, 66, 67, 78, 90, 93, 107

Produção 3, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 48, 52, 53, 54, 65, 70, 72, 73, 74, 78, 83, 91, 92, 94, 95, 109

Q

Queima 22, 24, 25, 31, 59

R

Recursos Renováveis 20

Regenerar 21

Resíduos 2, 3, 5, 7, 8, 9, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 58, 64, 65, 66, 76, 77, 78, 92, 98

Resina 105, 106, 107, 108, 109, 110

S

Silicato de Sódio 36, 37, 38, 42, 43, 44, 45, 47, 48

Sustentabilidade 27, 28, 35, 65, 105

T

Toxicidade 4, 69

Transesterificação 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 50, 52, 53, 55, 57, 61, 94, 96, 97, 103

V

Viscosidade 51, 52, 56, 58, 59, 64, 66, 67, 93, 94, 98, 99, 101, 102

Fontes de Biomassa e Potenciais Usos 2

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Fontes de Biomassa e Potenciais Usos 2

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br