

# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

# 2



# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

# 2



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

## Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Francisco Odécio Sales

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C749 Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra 2 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-617-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.178212511>

1. Ciências exatas e da terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A obra "Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra 2" aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 16 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação. As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química. O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas. A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas. Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento. Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Francisco Odécio Sales




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ALTERNATIVE FOR THE QUALITY CONTROL OF ANTILOMOMIC SÉRUM PRODUCTION PROPOSED BY *Lonomia obliqua* CATERPILLARS USING ANALYTIC TECHNIQUES


Anicarine Ribeiro Leão  
Cibele Bugno Zamboni  
Dalton Giovanni Nogueira da Silva  
Simone Michaela Simons

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125111>

### **CAPÍTULO 2..... 5**

ANÁLISE DE ESTABILIDADE UTILIZANDO A TEORIA DE FLOQUET EM SISTEMAS DE TETHERS


Denilson Paulo Souza dos Santos  
Jorge Kennety Silva Formiga  
Guilherme Marcos Neves  
Guilherme Parreira Moia  
Rita de Cássia Domingos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125112>

### **CAPÍTULO 3..... 17**

CONSTITUINTES E CONTAMINANTES MINERAIS EM SUPLEMENTOS *WHEY PROTEIN*: ESTUDO DE CASO E ESTRATÉGIAS PARA ANÁLISE QUÍMICA


Thalles Pedrosa Lisboa  
Antonio Pedro Nogueira Guimarães  
Lucas Vinícius de Faria  
Rafael Arromba de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125113>

### **CAPÍTULO 4..... 30**

CLASSIFICAÇÃO DE TRÁFEGO EM REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS DO TIPO MLP

Nilton Alves Maia  
Victor de Freitas Arruda  
Maurílio José Inácio  
Renê Rodrigues Veloso


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125114>

### **CAPÍTULO 5..... 43**

CRESCIMENTO EM DAP E ALTURA TOTAL DE CINCO ÁREAS CILIARES NO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO

Maria Cristina Bueno Coelho  
Mauro Luiz Erpen  
Marcos Vinicius Cardoso Silva  
Yandro Santa Brigida Ataide  
Mathaus Messias Coimbra Limeira

Walberisa Magalhães Gregório  
Maurilio Antonio Varavallo  
Juliana Barilli  
André Ferreira dos Santos,  
Max Vinícios Reis de Sousa  
Marcos Giongo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125115>

**CAPÍTULO 6..... 53**

**ESTUDO SOBRE MANOBRAS DE FASE**


Gabriel Homero Barros Vieira  
Claudia Celeste Celestino de Paula Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125116>

**CAPÍTULO 7..... 69**

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO  
CARREGADOS COM FARINHA DE BAGAÇO DE MANDIOCA**


Alexsandro Bussinger Bon  
Nancy Isabel Alvarez Acevedo  
Marisa Cristina Guimarães Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125117>

**CAPÍTULO 8..... 82**

**GENERATION OF WIND ENERGY WITH KITES: A REVIEW OF THE AIRBORNE WIND  
ENERGY TECHNOLOGY**


Laura Barros Cordeiro Peçanha  
Natalia de Souza Barbosa Oliveira  
Wagner Vianna Bretas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125118>

**CAPÍTULO 9..... 97**

**INTERVENÇÃO PSICOSSOCIAL COM A TÉCNICA DE GRUPO OPERATIVO NO ENSINO  
SUPERIOR NA FACULDADE DE FILOSOFIA CIÊNCIAS, E LETRAS DE CANDEIAS –  
BAHIA - INTEGRAR PARA RESIGNIFICAR**


Adilton Dias de Santana  
Jessica Alves de Amorim Silva  
Nadjane Crisóstomos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1782125119>

**CAPÍTULO 10..... 108**

**MONITORIA DE GEOLOGIA GERAL PARA O CURSO DE ENGENHARIA DE MINAS: UM  
RELATO DE EXPERIÊNCIA**


Cibele Tunussi  
Marcos Henrique Pacheco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251110>

**CAPÍTULO 11..... 115**

**CARACTERIZACIÓN MORFOGENÉTICAS Y CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA CUENCA DE SALINAS GRANDES, PUNA NORTE ARGENTINA**

María del Carmen Visich

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251111>


**CAPÍTULO 12..... 128**

**O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: EXPERIMENTO PARA PURIFICAÇÃO DA ÁGUA**

Sandra Cadore Peixoto

Ail Conceição Meireles Ortiz

Janilse Fernandes Nunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251112>

**CAPÍTULO 13..... 139**

**PRODUÇÃO DE MEMBRANAS DE CELULOSE BACTERIANA A PARTIR DE DIFERENTES SUBSTRATOS EM CULTURA ESTÁTICA: UMA REVISÃO**

Eduarda Zeni Neves

Bruna Segat


Geasi Lucas Martins

Michele Cristina Formolo Garcia

Giannini Pasiznick Apati

Andrea Lima dos Santos Schneider

Ana Paula Testa Pezzin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251113>

**CAPÍTULO 14..... 151**

**DESTRITOS ESPACIAIS: CONSEQUÊNCIAS AO MEIO AMBIENTE E AO ESPAÇO**


Letícia Camargo de Moraes

Jorge Kennety Silva Formiga

Fabiana Alves Fiore Pinto

Denilson Paulo Souza dos Santos

Vivian Silveira dos Santos Bardini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251114>

**CAPÍTULO 15..... 163**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA OS MODELOS ATÔMICOS UTILIZANDO O SIMULADOR PHET**


Carla Caroline Melgueira da Silva


Paula Gabrielly Freire Jacyntho

Andrey Martins Monteiro

Maria Luiza Santos Cuvello

Yasmin Ferreira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251115>

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>174</b>
VISUALIZAÇÃO DAS DIFERENÇAS NUMÉRICAS ENTRE AS ALTITUDES NORMAL E ORTOMÉTRICA NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL - ESTUDO DE CASO Roosevelt De Lara Santos Jr  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251116">https://doi.org/10.22533/at.ed.17821251116</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>185</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>186</b>

## AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO CARREGADOS COM FARINHA DE BAGAÇO DE MANDIOCA

*Data de aceite: 01/11/2021*

### **Alexsandro Bussinger Bon**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto Politécnico  
Nova Friburgo, RJ, Brasil

### **Nancy Isabel Alvarez Acevedo**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto Politécnico  
Nova Friburgo, RJ, Brasil

### **Marisa Cristina Guimarães Rocha**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto Politécnico  
Nova Friburgo, RJ, Brasil

**RESUMO:** O reaproveitamento de resíduos agroindustriais é extremamente importante do ponto de vista ambiental. Nesse contexto, compósitos de polipropileno (PP) carregados com farinha de bagaço de mandioca (FBM) foram desenvolvidos. Polipropileno graftizado com anidrido maleico (PP-g-AM), em teor de 2% (m/m), foi incorporado a algumas amostras do polímero, visando melhorar o desempenho mecânico dos materiais produzidos. Os teores de FBM adotados foram de 0, 15 e 30% (m/m). As diferentes misturas foram processadas inicialmente em extrusora monorosca, e posteriormente em extrusora de rosca dupla. Ensaios de tração, flexão e de impacto dos compósitos foram efetuados de acordo com as normas ASTM D638, D790 e D256, respectivamente. Os corpos de prova foram preparados através de moldagem por injeção. Os resultados obtidos mostraram

que a adição do compatibilizante é fundamental para a obtenção de propriedades mecânicas superiores, e que o compósito 83/15/2 PP/FBM/PP-g-MA apresenta a melhor combinação das propriedades mecânicas analisadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polipropileno, Farinha de bagaço de mandioca, Compósitos, Propriedades mecânicas.

### EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE/CASSAVA BAGASSE FLOUR BLENDS

**ABSTRACT:** The reuse of agro-industrial residues is extremely important from an environmental point of view. In this context, polypropylene (PP) composites filled with cassava bagasse flour (FBM) were developed. Maleic anhydride grafted polypropylene (PP-g-MA), at a content of 2% (m/m), was incorporated into some samples of the polymer to improve the mechanical performance of the materials produced. The FBM contents adopted were 0, 15 and 30% (m/m). The different mixtures were initially processed in a single screw extruder, and later in a twin-screw extruder. Tensile, bending and impact tests of the composites were carried out in accordance with ASTM D638, D790 and D256 standards, respectively. The specimens were prepared by injection molding. The results obtained showed that the addition of the compatibilizer is essential to obtain superior mechanical properties and that the composite 83/15/2 PP/FBM/PP-g-MA presents the best combination of the analyzed mechanical properties.

**KEYWORDS:** Polypropylene, Cassava bagasse flour, Blends, Mechanical properties.

## 1 | INTRODUÇÃO

O bagaço de mandioca é um resíduo fibroso sólido, subproduto do processo produtivo industrial da farinha ou amido e é composto por grande quantidade de água, amido residual e fibras celulósicas (Moufarreg *et al.*, 2021; Ronko *et al.*, 2020; Peixoto e Resh, 2020; Fiorda *et al.*, 2013). Em geral, a quantidade e qualidade dos subprodutos produzidos no processamento industrial da mandioca varia conforme o cultivar (variedade vegetal), idade da planta, tempo pós colheita, clima, além do produto obtido (Ronko *et al.*, 2020).

O teor de umidade do bagaço de mandioca, após a etapa de processamento industrial é muito alto, cerca de 85%, tornando difícil o armazenamento e transporte desse material. Em consequência, o material apresenta um nível muito alto de perecibilidade. O processo de secagem e transporte envolve altos custos, desmotivando seu aproveitamento como subproduto. Somente uma pequena parte do bagaço de mandioca é destinada para alimentação de animais ou como fertilizante nos arredores das unidade de processamento, sendo seu descarte considerado como agente poluidor do meio ambiente (Moufarreg *et al.*, 2021; Ranko *et al.*, 2020; Barros *et al.*, 2019; Zenatti *et al.*, 2015).

O alto conteúdo de carboidratos presente na sua composição sugere seu uso como fonte de energia. Alguns estudos realizados visando sua aplicação na produção de bioetanol e plásticos biodegradáveis, entretanto, deram resultados pouco satisfatórios (Agustina *et al.*, 2019). O alto teor de fibras torna lento o processo em biodigestores. Pré-tratamentos vem sendo estudados para despolimerização das molécula complexas (hemicelulose, lignina), que compõem o bagaço (Mithra *et al.*, 2019; Zenatti *et al.*, 2015; Nair *et al.*, 2012). O bagaço de mandioca é um resíduo de baixo valor comercial, que além do alto teor de amido residual, também contem uma quantidade considerável de fibras naturais (Fiorda *et al.*, 2013), passível de utilização como fonte de celulose. Há estudos para obtenção de nanofibras celulósicas a partir do bagaço de mandioca (Leite *et al.*, 2017) e seu uso em filmes biodegradáveis (Schoeler *et al.*, 2020; Trabalini, 2019; Wicksono *et al.*, 2013).

A fibra obtida do bagaço de mandioca tem sido avaliada como uma carga de reforço natural destinada a melhorar o desempenho de biomateriais, atuando como um agente modificador das propriedades finais. Carvalho (2018) observou que a inserção de bagaço de mandioca em filmes de amido, promove incremento na tensão na ruptura e redução da permeabilidade ao vapor do filme, mostrando viável seu uso em embalagens. Versino e Garcia (2018) desenvolveram filmes de amido de mandioca reforçados com bagaço de mandioca, como substitutos de plásticos de cobertura (*mulching*) usados em diversos cultivos. Os filmes reforçados apresentaram incremento na permeabilidade ao vapor de água, da resistência à tração e do módulo elástico comparados com os filmes sem reforço. Sinais de envelhecimento foram, também, mais evidentes nos filmes sem reforço. Edhirej *et al.* (2017), não observaram efeito significativo da inserção do bagaço de mandioca nas

propriedades térmicas de filmes compósito amido/bagaço de mandioca. Observaram, entretanto, incrementos no módulo e na resistência à tração dos filmes. As melhores propriedades foram obtidas com um teor de 6 % de bagaço de mandioca. Versino et al. (2020), desenvolveram um sistema alternativo de dosagem para emissão controlada de uréia em plantações, baseado no biocompósito amido de mandioca/bagaço de mandioca funcionalizado com ureia. Agustina *et al.* (2019) desenvolveram painéis compostos a partir de misturas de fibras de açúcar de palma e fibras de bagaço de mandioca. As propriedades físicas e mecânicas desses painéis atendem o Padrão Industrial do Japão para painéis aglomerados.

Fibras celulósicas naturais estão desempenhando um papel importante em inúmeras aplicações, desde as últimas décadas devido as vantagens que apresentam do ponto de vista ambiental. Esses materiais estão sendo empregados, em diversas aplicações, como elementos de reforço alternativos às fibras sintéticas tradicionais. Compósitos reforçados com fibras celulósicas naturais apresentam várias vantagens em relação aos materiais convencionais, como, dureza considerável, aumento da rigidez, adequada processabilidade, disponibilidade, baixo custo, reciclabilidade e biodegradabilidade. Por outro lado, existem algumas desvantagens associadas com o uso de fibras naturais como reforço em compósitos poliméricos, como por exemplo, a sua incompatibilidade com matrizes poliméricas hidrofóbicas, tendência para formar agregados durante o processamento, baixa resistência à umidade, menor resistência às chamas, temperaturas de processamento limitadas e menor durabilidade (Kotic, 2019; Pinheiro *et al.*, 2015; Mohammed *et al.*, 2015; Azwa *et al.*, 2013; Dittenber and GangaRao, 2012).

A utilização de materiais termoplásticos e seus compósitos aumentou consideravelmente nos últimos anos. O polipropileno (PP) é um dos materiais de comodidade mais utilizado, devido a diversos fatores, como: versatilidade de aplicação, boa processabilidade, elevada resistência química, boa estabilidade térmica, baixa densidade, e ainda, o baixo custo. Além disso, o perfil de propriedades mecânicas possibilita a sua utilização como material de engenharia, principalmente através do desenvolvimento de compósitos. A incorporação de elementos de reforço ao polímero promove em geral, aumento da rigidez, da resistência mecânica e, em alguns casos, da resistência ao impacto e da tolerância ao dano (Constantino *et al.*, 2019; Mihalic *et al.*, 2019; Risnasari *et al.* 2018;).

O objetivo deste trabalho é avaliar as propriedades mecânicas de compósitos de polipropileno carregados com farinha do bagaço de mandioca (PP/FBM), assim como o efeito da incorporação do compatibilizante, polipropileno graftizado com anidrido maleico (PP-g-AM) nas propriedades mecânicas, visando reaproveitar os resíduos gerados no processo de industrialização do amido de mandioca e, ao mesmo tempo, agregar melhores propriedades mecânicas à matriz polimérica.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Materiais

O polipropileno homopolímero (PP H603) com índice de fluidez (230 °C/ 2,16 Kg) de 1,5 g/10 min, foi fornecido pela empresa BRASKEM S.A. O bagaço de mandioca foi fornecido em estado seco, pela Fecularia Bela Vista Ltda. (Febela), localizada no município de Bela Vista de Goiás (GO). O material recebido foi armazenado devidamente ensacado e mantido a uma temperatura de 23 °C.

O antioxidante Irganox 1010 (densidade a 20 °C = 1,15g/ml; ponto de fusão = 110-125 °C) fornecido pela BASF, foi utilizado para prevenir a degradação do material. Polipropileno grafitizado com anidrido maleico (PP-g-AM), Polybond 3200 (índice de fluidez (ASTM D-1238) de 115g/10min; densidade a 23 °C =: 0,91 g/cm<sup>3</sup>; ponto de fusão = 157 °C) fornecido pela ADDIVANT, foi utilizado como agente compatibilizante.

### 2.2 Análise granulométrica da farinha de bagaço de mandioca

Para a obtenção da farinha de mandioca (FBM), o bagaço de mandioca foi submetido à um processo de moagem, se utilizando o moinho de bolas Marconi, MA701/21, durante um período de 72 horas. Antes da moagem, o material foi seco em estufa de circulação de ar Marconi, MA035/1080/E, e mantido em temperatura constante de 60 °C, durante um período de 12 h.

A análise granulométrica da FBM foi efetuada pela técnica de difração laser no equipamento Malvern, Mastersizer 2000, acoplado com uma unidade de dispersão de amostra do tipo Hydro 2000MU. A análise foi realizada em triplicata, se utilizando ultrassom para melhora a dispersão da amostra. Água destilada foi usada como meio dispersante.

### 2.3 Análise por Difratomia de raios-X da farinha de mandioca

A análise por difratometria de raios-X da farinha de bagaço de mandioca (FBM) foi realizada em equipamento Rigaku, modelo Ultima IV, utilizando radiação Cu-K<sub>α</sub> (λ= 1,542 Å), operando com tensão de 40 kV e corrente de 20 mA, a 20 °C. O padrão de difração foi obtido na faixa 2θ de 5° a 60°, com uma taxa de varredura de 3°/min. O índice de cristalinidade foi determinado conforme a Equação 1 (Segal *et al.*, 1959):

$$IC = \left(1 - \frac{I_{am}}{I_{200}}\right) \times 100 \quad (1)$$

onde: **IC** é o índice de cristalinidade expreso em (%);  $I_{am}$  é a intensidade de difração que representa o material amorfo e  $I_{200}$  é a intensidade máxima do pico de difração principal que representa o material cristalino e o amorfo.

### 2.4 Processamento dos compósitos PP/FBM e PP/FBM/PPgAM

Antes da preparação dos compósitos, amostras de polipropileno e FBM foram secas



na estufa com circulação de ar em 60 °C durante um período de 12 horas para remoção da umidade. Após secagem, os materiais foram misturados manualmente em concentrações pré-determinadas, antes de serem processados em extrusora monorosca da AX Plásticos, AX3032 com razão comprimento/diâmetro (L/D) = 32. O antioxidante (1 % m/m), Irganox 1010, foi adicionado as amostras.. Perfil de temperatura isotérmico de 60 °C foi adotado para as 5 zonas de aquecimento da extrusora. A velocidade de rotação do parafuso foi de 70 rpm.

Com o objetivo de garantir maior homogeneização dos materiais obtidos, cada amostra foi reprocessada em extrusora dupla rosca co-rotacional Leistritz, ZSE 18 Maxx. As condições de extrusão adotadas foram: perfil de temperatura isotérmico de 180 °C nas 10 zonas de aquecimento, velocidade de rotação de 300 rpm e taxa de dosagem de 2 kg/h. Em seguida, as amostras foram resfriadas em tanque de água a temperatura ambiente, peletizadas e levadas para secagem em estufa com circulação de ar, sendo mantidas a 60 °C durante 48 h. Posteriormente, os compósitos obtidos foram armazenados em recipientes devidamente identificados. A Tabela 1 apresenta as diferentes composições dos materiais processados

Amostra	Composição (%)		
	PP	FBM	PP-g-MA
PP puro	100	0	0
85/15 PP/FBM	85	15	0
70/30 PP/FBM	70	30	0
83/15/2 P/FBM/PP-g-AM	83	15	2
68/30/2 PP/FBM/PP-g-AM	68	30	2

Tabela 1 - Composição dos materiais processados.

## 2.5 Obtenção de corpos de prova para os ensaios mecânicos

Para investigar o comportamento mecânico dos materiais processados, corpos de prova foram confeccionados através de moldagem por injeção, em injetora AX Plásticos, AX II, operada em perfil de temperatura de 210/205/200 °C, velocidade de preenchimento de 90 %, velocidade de recuo da rosca de 30 % e tempo de resfriamento de 30 segundos.

## 2.6 Avaliação das propriedades mecânicas em tração

Ensaio de resistência à tração das diferentes amostras foram realizados em Máquina Universal de Ensaio Shimadzu, AG-X Plus, equipada com garras para tração com distância de 50 mm, célula de carga de 5 kN. A velocidade adotada de afastamento das garras foi de 45 mm/min. Os ensaios foram realizados de acordo com o previsto na norma ASTM D638 (ASTM, 2014), com corpos de prova do tipo V.

## 2.7 Avaliação das propriedades mecânicas em flexão

Ensaio de resistência à flexão das diferentes amostras foram realizados em Máquina Universal de Ensaio Shimadzu, AG-X Plus, equipada com célula de carga de 100 kN. A velocidade de afastamento das garras foi mantida em 10,08 mm/min. Os ensaios foram realizados de acordo com a norma ASTM D790 (ASTM, 2017).

## 2.8 Avaliação da resistência ao impacto Izod

Ensaio de resistência ao impacto dos materiais foram realizados em máquina do tipo pêndulo Instron, Ceast 9050. Corpos de prova, 10 por cada amostra, foram entalhados em V no entalhador Instron e acondicionados em temperatura de 21 °C por 48 horas, antes do início do ensaio. Os testes de impacto do tipo Izod foram executados utilizando um martelo com energia máxima de 0,5 Joule. Os ensaios foram realizados de acordo com a norma ASTM D256 (ASTM, 2018).

# 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Análise granulométrica da farinha de bagaço de mandioca

A distribuição do tamanho de partícula da farinha do bagaço de mandioca (FBM) é apresentada na Fig. 1.

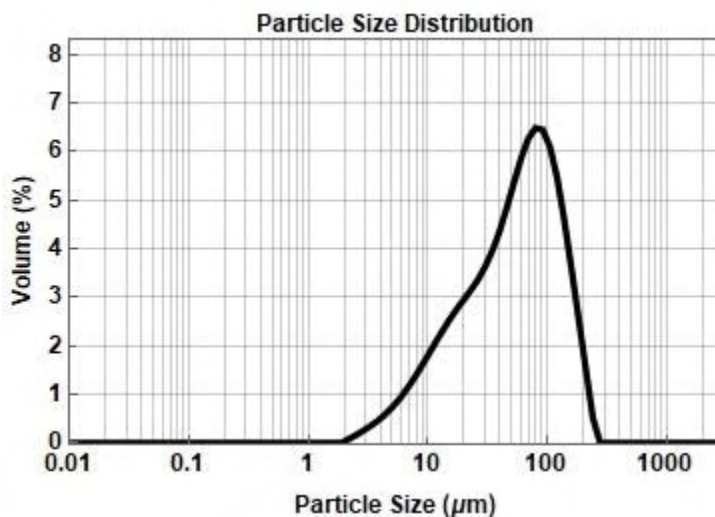


Figura 1 - Distribuição do tamanho de partícula da farinha de bagaço de mandioca obtido por análise granulométrica.

A Fig. 1 mostra que as partículas de FBM apresentam uma distribuição larga de tamanhos de partículas, que se estende desde 2 até 270 micrometros, com comportamento

unimodal com a moda (pico mais alto ao longo da distribuição granulométrica) em 80 micrometros. Os dados obtidos indicaram também que 10 % das partículas apresentam diâmetro menor que 6,54  $\mu\text{m}$ , 50 % apresentam diâmetro inferior a 51,92  $\mu\text{m}$  e 90 % apresentam diâmetro inferior a 131,52  $\mu\text{m}$ .

### 3.2 Análise por Difratomia de raios-X e índice de cristalinidade

A Fig. 2 mostra o difratograma obtido para a farinha do bagaço de mandioca (FBM). Segundo Moraes (2013), picos próximos de  $2\theta = 15^\circ$ ;  $22,5^\circ$  e  $34,5^\circ$  são característicos de materiais lignocelulósicos como a celulose. Os amidos provenientes de raízes e legumes apresentam uma estrutura cristalina com picos localizados aproximadamente em  $2\theta = 5,6^\circ$ ,  $15,3^\circ$ ,  $17,3^\circ$ ,  $18,2^\circ$  e  $23,5^\circ$ , denominada estrutura de amido tipo C (Lima *et al.*, 2012).

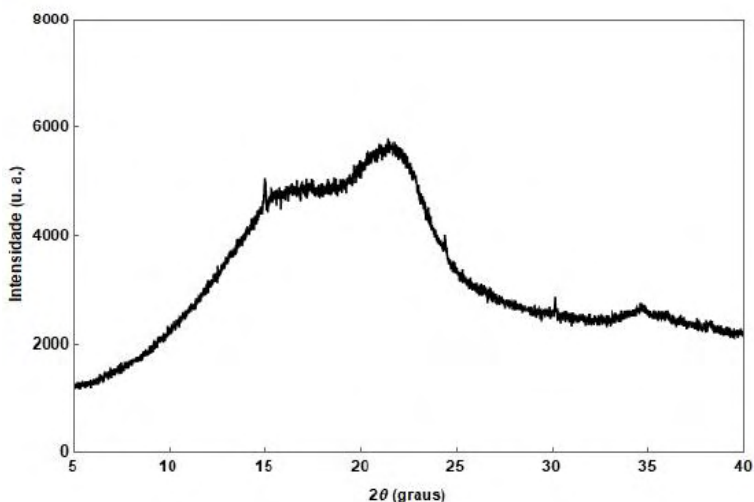


Figura 2 – Difratograma de raios X para a fibra de bagaço de mandioca.

No difratograma são observados picos de difração em  $2\theta = 15,65^\circ$ ,  $21,55^\circ$  e  $34,7^\circ$  que evidenciam somente a presença de material lignocelulósico. A presença de picos de difração correspondentes ao amido residual contido no bagaço era esperada, uma vez que segundo Saito e Cabello (2006), cada tonelada de raiz beneficiada produz 930 kg de bagaço com aproximadamente 89 % de umidade e contendo em média 55,8 a 78,1 kg de amido residual. Essa massa representa um teor entre 65 e 76 % em peso do bagaço seco.

Farias *et al* (2014) atribuíram esse comportamento as severas condições de secagem industrial que o bagaço experimenta. O amido gelatiniza em temperaturas entre 60-70 °C. O aquecimento em um meio com alto teor de água produz ruptura das ligações de hidrogênio, enfraquecendo a estrutura granular do amido. Esse efeito causa uma perda de cristalinidade e justifica o difratograma obtido.

O índice de cristalinidade (*IC*) da farinha do bagaço de mandioca, foi calculado

conforme a Equação 1 (Segal *et al.*, 1959), e foi de 15,8 %. Este valor está de acordo com o descrito na literatura (15 a 45 %) para esse tipo de material (Farias *et al.*, 2014).

### 3.3 Propriedades mecânicas em tração do PP e das misturas PP/FBM e PPFB/PP-g-AM

As propriedades do PP e das misturas PP/FBM e PPFB/PP-g-AM foram investigadas através dos ensaios mecânicos em tração. O módulo de Young (E), a tensão de escoamento ( $\sigma_{esc}$ ) e a resistência à tração ( $\sigma_t$ ) dos materiais foram determinados, a partir das curvas de tensão-deformação obtidas. Os valores obtidos para essas propriedades com seus respectivos desvios padrão são apresentados na Tabela 2.

Analisando os dados na Tabela 2, é possível verificar que a incorporação de FBM não promove um melhor desempenho mecânico do polipropileno. O módulo apresenta uma tendência a aumentar com o incremento do teor de FBM. A tensão de escoamento, assim como a resistência à tração diminuem com o aumento do teor de FBM. Este comportamento pode ser atribuído a fraca adesão interfacial entre amido e polipropileno (Farias *et al.*, 2014).

Composição(%)			E	$\sigma_{esc}$	$\sigma_t$
PP	FBM	PP-g-AM	(MPa)	(MPa)	(MPa)
100	0	0	823 ± 29	29,0 ± 0,9	35,7 ± 0,3
85	15	0	919 ± 78	27,6 ± 0,3	30,2 ± 1,0
70	30	0	927 ± 44	26,2 ± 0,9	27,4 ± 0,9
83	15	2	985 ± 30	32,1 ± 0,4	34,3 ± 0,5
68	30	2	998 ± 45	30,1 ± 1,7	30,7 ± 1,9

E: módulo de Elasticidade;  $\sigma_{esc}$ : tensão no escoamento;  $\sigma_t$ : tensão máxima.

Tabela 2 - Propriedades mecânicas em tração do PP e dos compósitos PP/FBM e PP/FBM/PP-g-AM.

Os dados da Tabela 2, mostram também que a inserção do agente compatibilizante afeta benéficamente as propriedades mecânicas dos compósitos. Os valores do módulo elástico de todas as composições contendo PP-g-MA, mostram de forma geral, uma tendência de aumento do módulo de elasticidade com o aumento do teor de FBM em comparação com as composições sem o compatibilizante. Essa resposta era esperada, visto que o PP-g-MA promoveu uma melhor dispersão da carga.

Os valores tensão de escoamento das composições contendo PP-g-MA, apresentam melhores resultados dos apresentado pelas composições sem compatibilizante. Isto mostra que a adesão interfacial entre a carga e a matriz exerce um papel fundamental na determinação da tensão de escoamento do material.

A resistência a tração mostra tendência a diminuir à medida que aumenta o teor de

FBM. Essa tendencia pode estar relacionado com o processo de nucleação e propagação da trinca, ocasionado devido a mistura incompleta (distribuição e dispersividade) dos constituintes dos compósitos de PP/FBM (Farias *et al.*, 2014).

Resultados similares foram relatados Obasi e Igwe (2014) ao avaliar os efeitos do teor de amido e do uso do PP-g-MA como compatibilizante nas propriedades de tração dos compósitos de polipropileno carregado com amido de mandioca.

### 3.4 Propriedades mecânicas em flexão do polipropileno e das misturas PP/FBMB e PP/FBM/PP-g-AM

A Tabela 3 apresenta os valores do módulo e da resistência a flexão das diferentes composições preparadas.

Composição(%)			$E_{flex}$ (MPa)	$\sigma_{flex}$ (MPa)
PP	FBM	PP-g-MA		
100	0	0	842 ± 36	43,9 ± 1,3
85	15	0	1063 ± 84	47,2 ± 0,6
70	30	0	1357 ± 67	48,0 ± 1,8
83	15	2	1322 ± 32	53,2 ± 0,8
68	30	2	1536 ± 44	51,2 ± 0,9

Tabela 3: Módulo de flexão do polipropileno e dos compósitos PP/FBM e PP/FBM/PP-g-AM.

Os resultados obtidos mostram que os valores do módulo de flexão dos compósitos sofreram, de modo geral, um aumento substancial em elevados teores de FBM. A composição contendo 30 % de FBM, apresenta um módulo de flexão de 1357 MPa, ou seja, um aumento de 61 % em relação ao módulo de flexão do polipropileno.

A utilização do agente compatibilizante (PP-g-MA) promove um aumento do módulo de flexão como esperado. A composição com 30 % de FBM e com 2 % PP-g-AM apresenta um valor de 1536 MPa, o que representa um aumento maior que 13 % em relação à composição sem compatibilizante e de mais de 82 % em relação ao PP.

A redução da mobilidade polimérica pela adição da carga orgânica que apresenta maior módulo, a redução de microvazios promovida pela carga em flexão e o aumento da molhabilidade de carga pela matriz promovida pela redução de aglomerados são os fatores que possivelmente contribuíram para o aumento do módulo de flexão.

Com relação à resistência à flexão, as composições contendo o agente compatibilizante apresentaram resultados melhores da resistência à flexão. O PP-g-MA promove uma melhor adesão interfacial, e com isso, promove a obtenção de propriedades mecânicas superiores. A composição de polipropileno contendo 15 % de FBM e 2 % de PP-g-AM apresentou o melhor valor de resistência à flexão.

### 3.5 Resistência ao impacto do PP e dos compósitos PP/FBM e PP/FBM/PP-g-AM

A resistência ao impacto do PP e dos materiais obtidos é apresentada na Tabela 4.

Composição (%)			Resistência ao Impacto (J/m)
PP	FBM	PP-g-MA	
100	0	0	56,0 ± 5,3
85	15	0	47,4 ± 3,7
70	30	0	42,6 ± 1,9
83	15	2	39,2 ± 3,0
68	30	2	30,1 ± 3,5

Tabela 4 - Resistência ao impacto do PP e dos compósitos PP/FBM e PP/FBM/PP-g-AM.

Os resultados apresentados mostram que os valores de resistência ao impacto das misturas PP/FBM sofrem uma diminuição considerável à medida que o teor de FBM aumenta. Essa diminuição na resistência ao impacto da mistura PP/FBM pode ser atribuída a alta concentração de defeitos da fibra (Balaji *et al.*, 2014). A realização de uma avaliação morfológica dos compósitos processados é necessária de maneira a explicar melhor os resultados obtidos. Com relação as misturas contendo PP-g-AM, é possível notar que o decréscimo dos valores da resistência ao impacto ocorre de forma mais pronunciada. Essa situação era esperada, visto que o emprego do compatibilizante tornou o compósito mais rígido (aumento do seu módulo elástico), fragilizando o compósito quando submetido ao impacto.

## 4 | CONCLUSÕES

Neste trabalho, as propriedades mecânicas do polipropileno (PP) foram modificadas pela adição da farinha do bagaço de mandioca (FBM). Os resultados obtidos mostram que a incorporação do compatibilizante é necessária para a obtenção de propriedades mecânicas satisfatórias em tração e em flexão. A resistência ao impacto do PP, entretanto, diminui consideravelmente com o aumento do teor de FBM incorporado ao compósito, e não melhora com a adição do compatibilizante. Do ponto de vista técnico, adotando como critérios de desempenho as propriedades mecânicas em tração e flexão, a amostra de polipropileno formulada com 15% de bagaço de mandioca e 2% de compatibilizante é a que promove os resultados mais satisfatórios.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao devido apoio da CAPES, CNPq e FAPERJ e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Materiais (PPGCTM) do Instituto Politécnico do Rio de Janeiro (IPRJ-UERJ).

## REFERÊNCIAS

Agustina, W.; Aditiawati, P.; Kusumah, S.S.; Dungani, R. (2019), Physical and mechanical properties of composite boards from the mixture of palm sugar fiber and cassava bagasse using mycelium of *Ganoderma lucidum* as a biological adhesive. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 374, 012012.

Azwa, Z.N.; Yousif, B.F.; Manalo, A.C.; Karunasena, W. (2013), A review on the degradability of polymeric composites based on natural fibres. *Materials & Design*, 47, 424–442.

ASTM. (2014), ASTM D638-14, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014. Disponível em: [www.astm.org](http://www.astm.org). Acesso em: 12 dez 2018.

ASTM. (2017), ASTM D790-17, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017. Disponível em: [www.astm.org](http://www.astm.org). Acesso em: 12 dez 2018.

ASTM. (2018), ASTM D256-10, Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018. Disponível em: [www.astm.org](http://www.astm.org). Acesso em: 12 dez 2018.

Barros, R.N.; Santos, M.S.M.; Batistote, M. (2019), Avaliação do bagaço de mandioca como uma fonte promissora para a produção bioetanol. XVIII(69).

Balaji, A.; Karthikeyan, B.; Raj, C.S. (2014), Bagasse fiber – the future biocomposite material: a review. *International Journal of ChemTech Research*, 7(1), 223–233.

Carvalho, G.R. de (2018), *“Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas poliméricas empregando-se resíduos da indústria de amido de mandioca”*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Paraná, Curitiba.

Constantino, M.A.; Rosales, K.; Pettarin, V. (2019), Polypropylene blends and composite: processing-morphology-performance relationship of injected pieces. In: Polypropylene - polymerization and characterization of mechanical and thermal properties, Weiyu Wang and Yiming Zeng, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.85634. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/66705>.

Dittenber, D.B.; Ganga Rao, H.V.S. (2012), Critical review of recent publications on use of natural composites in infrastructure. *Composites. Part A: Applied Scienc and Manufacturing*, 43(8), 1419–1429.

Edhirej, A.; Sapuan, S.M.; Jawaid, M.; Zahari, N.I. (2017), Preparation and characterization of cassava bagasse reinforced thermoplastic cassava starch. *Fibers Polymers* 18, 162-171.

Farias, F.O.; Jasko, A.C.; Colman, T.A.D.; Pinheiro, L.A.; Schnitzler, E.; Barana, A.C. *et al.* (2014), Characterisation of cassava bagasse and composites prepared by blending with low-density polyethylene. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 57(6), 821-830.

- Fiorda, F.A.; Soares Jr., M.S.; da Silva, F.A.; Souto, L.R.F.; Grossmann, M.V.E. (2013), Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43(4), 408-416.
- Kotic, H.G. (2019), Natural fibers and composite materials reinforced with natural fibers: the motivation for their research and development; *Revista Matéria (Rio J)* 24 (3), 20. e-12477
- Mohammed, L.; Ansari, M.N.M.; Pua, G.; Jawaid, M.; Islam, M.S. (2015). A Review on Natural Fiber Reinforced Polymer Composite and Its Applications. *International Journal of Polymer Science*, 2015 Article ID 2439471 <https://doi.org/10.1155/2015/243947>
- Lima, B.N.B.; Cabral, T.B.; Neto, R.P.C.; Tavares, M.I.B.; Pierucci, A.P.T. (2012), Estudo do amido de farinhas comerciais comestíveis. *Polímeros* 22 (5), 486-490.
- Leite, A.L.M.P.; Zanon, C.D.; Menegalli, F.C. (2017) Isolation and characterization of cellulose nanofibers from cassava root bagasse and peelings. *Carbohydrate Polymers*, 157, 962-970
- Mithra, M.G.; Sajeev, S.; Padmaja, G. (2019), Fed-Batch Saccharification as a Strategy towards Reducing Enzyme Dosage and Enhancing Fermentable Sugar Yield from Pretreated Lignocellulose-Starch Biomass. *Waste and Biomass Valorization*, 10, 3279-3293, <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0373-z>.
- Mihalic, M.; Sobczak, L.; Pretschuh, C.; Unterweger, C. (2019), Increasing the impact toughness of cellulose fiber reinforced polypropylene composites—Influence of different impact modifiers and production scales. *J. Compos. Sci.* 2019, 3, 82; doi:10.3390/jcs3030082.
- Moufarreg, I.M.M. de O.; Siqueira, J.C.; Rodrigues, K.F.; Vas, R.G.M.V.; Moron, S.E.; Parente, I.P.; et al. (2021), Bagaço de mandioca na alimentação de frangos de crescimento lento. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.4, 39078-39099.
- Moraes, P.R.F.D.S. (2013). “*Estudo comparativo da membrana e do hidrogel de celulose bacteriana com colágeno em dorso de ratos*”, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Nair, M.P.; Padmaja, G.; Sajeev, M.S.; Sheriff, T.J. (2012). Bioconversion of Cellulose-Starch Waste from Cassava Starch Industries for Ethanol Production: Pretreatment Techniques and Improved Enzyme Systems. *Industrial Biotechnology*. 8. 300-308. 10.1089/ind.2012.0007.
- Obasi, H. C.; Igwe, I. O. Effects of Native Cassava Starch and Compatibilizer on Biodegradable and Tensile Properties of Polypropylene. *American Journal of Engineering Research*, v. 3, p. 96-104, 2014.
- Peixoto, T. Da S.; Rech, S. (2019), Resíduos de mandioca: um estudo sobre a destinação da massa de mandioca pelas fecularias brasileiras. *Anais do II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação*, Navirai, 2(1), 1-18.
- Pinheiro, M.A.; Gomes L.G.; da Silva, A.C.R.; Candido, V.S.; Reis, R.H.M.; Monteiro, S.N. (2019), Guaruman: a natural amazonian fiber with potential for polymer composite reinforcement. *Material Research*, 22, e20190092.
- Risnasari, I.; Herawati, R.; Sirait, R.N. (2019), Characterization of polypropylene composite reinforced with wood flour or cellulose fiber. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 166 (2018) 012002, doi :10.1088/1755-1315/166/1/012002



- Ronko, L.Z.; Travalini, A.P.; Demiate, I.M. (2020), Amido e bagaço de mandioca (*Manihot esculenta* C.): obtenção e caracterização de diferentes variedades. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 14(1), 2962-2982.
- Saito, I.M.; Cabello, C. (2006), Produção de etanol a partir de hidrolisado obtido por tratamento hidrotérmico de farelo de mandioca. *Revista Energia na Agricultura*, 21(3), 34–44.
- Schoeler, M.N.; Scremin, F.R.; de Mendonça, N.F.; Benetti, V.P.; de Jesus, J.A.; Basso, R.L. de O.; et al. (2020), Cellulose nanofibers from cassava agro-industrial waste as reinforcement in PVA films. *Química Nova*, 43(6), 711-717.
- Travalini, A.P. (2019), "*Filmes de amido de mandioca reforçados com nanopartículas de celulose visando aplicação em embalagens alimentícias "eco-friendly"*", Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.
- Versino, F.; García, M.A. (2018) Materiales eco-compatibles reforzados a base de almidón de mandioca para aplicaciones agronómicas. *Matéria*, 23(4), artículo e-12211.
- Versino, F.; Urriza, M.; García, M.A. (2020), Cassava-based biocomposites as fertilizer controlled-release systems for plant growth improvement. *Industrial Crops & Products*, 144, 112062.
- Wang, S.; Lin, Y.; Zhang, X.; Lu, C. () , Towards mechanically robust cellulose fiber-reinforced polypropylene composites with strong interfacial interaction through dual modification. *RSC Advances*, 63(5), 50660-50667.
- Wicaksono, R.; Syamsu, K.; Yuliasih, I.; Nasir, M. (2013), Cellulose nanofibers from cassava bagasse: Characterization and application on tapioca-film. *Chemistry and Materials Research*, 3(13).
- Zenatti, D.C.; Costa, A.A.; Hermes, E.; Vilvert, R.M.; Dias, L.C. (2015) Quantificação de açúcares redutores em hidrolisado do bagaço da mandioca para uso na produção de metano. *Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, 4(n.especial), 616-627.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alternative Energy Sources 82, 83

Altitudes científicas 174

Aprendizagem 35, 41, 98, 99, 101, 103, 104, 105, 110, 113, 128, 134, 137, 138, 163, 164, 165, 166, 168, 170, 172, 173

Aulas práticas 108, 110, 111

AWE 82, 83, 84, 85, 86, 87, 93, 94

### B

Biological material 1

### C

Caracterização geológica 115

Celulose bacteriana 80, 139, 140, 141, 142, 147, 148, 150

Classificação de tráfego 30, 31, 33, 40, 41

Cl concentration 1, 4

Composição química 17, 167

Compósitos 69, 71, 72, 73, 76, 77, 78

Controle 1, 5, 7, 8, 9, 12, 14, 17, 20, 26, 31, 42, 137, 138, 151, 161

### D

Detritos espaciais 5, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 162

Docência 108, 109, 185

### E

Educação básica 128, 129, 185

Educação superior 97

EDXRF 1, 2, 3, 4

Environmentally Sound Technologies 82, 83

Estabilidade 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 44, 71

Experimentação 128, 134, 135

### F

Farinha de bagaço de mandioca 69, 72, 74, 80

Fontes nutricionais 140, 145

## **G**

Geociências 108

## **I**

INAA 1, 2, 3

Incremento de velocidade 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 65, 66, 67

Intervenção 97, 98, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 167, 185

## **K**

Komagataeibacter hansenii 140, 141, 149

## **L**

Legislação 17, 22, 151, 156

## **M**

Manobra orbital 53, 54, 55, 66, 67

Mata Ciliar 43, 47, 48, 52

Mensuração 43, 166

Metais pesados 17

Micronutrientes minerais 17, 21, 22, 23, 26

MLP 30, 31, 32, 33, 35, 40

Modelos atômicos 163, 167, 168, 170, 171, 172

Monitor 3, 4, 88, 108, 109, 110, 113, 114, 185

Morfologia 115

## **P**

Polipropileno 69, 71, 72, 76, 77, 78

Produção 1, 19, 25, 26, 70, 79, 81, 105, 134, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 153, 156

Propriedades mecânicas 69, 71, 76, 77, 78, 141

Psicologia social 97, 98, 99, 100, 101, 102, 106, 107

## **R**

Reconstrução paleoclimática 115

Redes definidas por software 30, 31, 41, 42

Redes neurais artificiais 30

Referências altimétricas 174

Resíduos recorrentes 151

## **S**

Separação geoide-quasegeoide 174, 176, 177, 179, 180, 183

Sequência didática 138, 163, 168, 170, 172

Simulador PhET 163, 165, 167, 168, 169, 172

Sistemas ligados por cabos 5, 6

Suplementos 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Sustainability 82, 95

## **T**

Transferência de órbita 53

Tukey 43, 44, 45, 50, 51

## **U**

Utilização industrial 139, 140

## **W**

Whey protein 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 29

# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

# 2

# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

# 2