

**Cleberton Correia Santos  
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares  
nas Ciências e da Terra  
e Engenharias 3**

---

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 3º volume 37 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS	
Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO	
Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>45</b>
ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS	
Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103095</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	
José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103096</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 70**

ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima  
Júlio Cezar de Souza  
Francisco Wilson Hollanda Vidal

**DOI 10.22533/at.ed.71619103097**

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC

Beatriz Faga  
Joeci Ricardo Godoi  
Viviane Furtado Velho  
Letícia Flohr

**DOI 10.22533/at.ed.71619103098**

**CAPÍTULO 9 ..... 90**

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima  
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas  
Elaine Cristina Lopes Pereira  
Lucas Furtado Loesh  
Fernanda A. Sampaio da Silva  
Heleno Souza da Silva  
Renata Antoum Simão  
José Adilson de Castro  
Gláucio Soares Fonseca

**DOI 10.22533/at.ed.71619103099**

**CAPÍTULO 10 ..... 102**

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar  
Ronnie Von Dos Santos Veloso  
Luis Fernando Santis Espinosa  
Lilian de Araújo Pantoja  
Alexandre Soares dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.716191030910**

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

CAPTURE DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Odete Gonçalves  
Paulo Fernando de Almeida  
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella  
Ana Maria Álvares Tavares da Mata

**DOI 10.22533/at.ed.716191030911**

**CAPÍTULO 12 ..... 129**

CARBETO DE BORO (B<sub>4</sub>C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos  
Denise Dantas Muniz  
Eliandro Pereira Teles  
Danielle Guedes de Lima Cavalcante  
Ricardo Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.716191030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 141**

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa  
Waldeir dos Santos Pereira  
Mayara Barbosa Lima  
Juliane da Silva Sampaio  
Ana Caroline da Silva Macambira  
Letícia Victória Santos Matias  
Duany Thainara Corrêa da Silva  
Natan Barbosa Almada  
Rogério Favacho da Cruz  
Jéssica Aline Godinho da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.716191030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 153**

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo  
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

**DOI 10.22533/at.ed.716191030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 164**

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber  
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira  
Sabrina Grando Cordeiro  
Eniz Conceição Oliveira  
Eduardo Miranda Ethur  
Lucélia Hoehne

**DOI 10.22533/at.ed.716191030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 175**

ESPAÇO ARTE\_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus  
Lucas Pereira Elias  
Marcos Henrique de Moraes Golinelli  
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

**DOI 10.22533/at.ed.716191030916**

**CAPÍTULO 17 ..... 188**

ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA

Deborah Godoy Martins Corrêa  
Tiago de Oliveira  
Denise Stringhini

**DOI 10.22533/at.ed.716191030917**

**CAPÍTULO 18 ..... 201**

ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA

Carlos Vinícius Machado Miranda  
Railda Neyva Moreira Araújo Cabral  
Luely Oliveira da Silva  
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon  
Marivaldo José Costa Corrêa  
Eloisa Helena de Aguiar Andrade  
Manoel Leão Lopes Junior  
Lourivaldo Silva Santos

**DOI 10.22533/at.ed.716191030918**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Weverton Pereira do Sacramento  
Maria de Lourdes de Oliveira  
Luana Leite Ferreira  
Robson Wotikowski Guedes

**DOI 10.22533/at.ed.716191030919**

**CAPÍTULO 20 ..... 218**

EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Leila Pessôa Da Costa  
Sandra Regina D'Antonio Verrengia

**DOI 10.22533/at.ed.716191030920**

**CAPÍTULO 21 ..... 226**

GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA

Gersica Agripino Alencar  
Rafael Santos Barbosa  
Ricardo André Cavalcante de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.716191030921**

**CAPÍTULO 22 ..... 239**

GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL

Wendy Díaz Valdés  
Lígia Laís Fêmina  
Gisele Andrade Lemos  
Jorge Vicente Barbosa Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.716191030922**

**CAPÍTULO 23 ..... 246**

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos  
Douglas Santos Silva  
Igor dos Santos Gomes  
Maurício Maia Ribeiro  
Roberto Tetsuo Fujiyama

**DOI 10.22533/at.ed.716191030923**

**CAPÍTULO 24 ..... 263**

*MAGONIA PUBESCENS* A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva  
Amanda Ribeiro Correa  
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes  
Rosiane Alexandre Pena Guimarães  
Monica Franco Nunes  
Dielle Carmo de Carvalho Neres  
Elisangela Clarete Camili  
Carla Spiller

**DOI 10.22533/at.ed.716191030924**

**CAPÍTULO 25 ..... 270**

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca  
Leandro Teles Antunes dos Santos  
Patrícia Milagre de Freitas  
Dayane Andrade Queiroz

**DOI 10.22533/at.ed.716191030925**

**CAPÍTULO 26 ..... 279**

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon  
Luziana Quadros da Rosa  
Robson Santos da Silva  
Felipe de Matos Müller  
Márcio Vieira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.716191030926**

**CAPÍTULO 27 ..... 294**

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa  
Edilson Pontarolo

**DOI 10.22533/at.ed.716191030927**

**CAPÍTULO 28 ..... 304**

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas  
Vicente de Paulo Silva  
Adilson Gandu

**DOI 10.22533/at.ed.716191030928**

<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>313</b>
A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Lilian Fátima Ancerowicz Rubia Diana Mantai	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030929</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>326</b>
SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO	
Lucas Goiabeira Farias Francisco da Conceição Silva Wellington Luis Mineiro França	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030930</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>332</b>
TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES	
Fabiana Geresa Leindeker da Silva Jenifer Cassandra da Silva Oliveira Bruno Ferreira da Luz Tamires Bon Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030931</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>342</b>
UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM	
Lúcio Flávio de Jesus Silva Marco Antônio Castro Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030932</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>349</b>
CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Cristiana Nunes Rodrigues Carlos Victor Lamarão Maria Aparecida Silva Furtado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>358</b>
OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014	
Marcos Barros de Souza Daiane de Oliveira Portella Miriam Rodrigues Silvestre Lúcia Martins Barbatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030934</b>	

<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>368</b>
APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	
Robson Cabral Severo	
Leonardo Vale de Araujo	
Rafael The Bonifácio de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030935</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>378</b>
DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCASIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA	
Vinicius da Silva Freitas	
Rafael Alves da Rocha	
Marcelo Augusto da Silva Cunha	
Bruno Matos de Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030936</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>388</b>
RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO	
Hiasmim Rohem Gualberto	
Iury Almeida Moraes	
Mônica Calixto de Andrade	
Edgard Poiate Junior	
Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva	
Isis Andrea Venturini Pola Poiate	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030937</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>401</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>402</b>

## PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

### **Paula Consoli Ireno Franco**

Fundação Educacional do Município de Assis,  
Faculdade de Química Industrial  
Assis - SP

### **Mary Leiva Faria**

Fundação Educacional do Município de Assis,  
Faculdade de Química Industrial  
Assis - SP

### **Ana Paula Bilck**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento  
de Ciência de Alimentos  
Londrina- PR

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar filmes biodegradáveis para embalagens ativas, preparados pela técnica de “casting”, a partir de blendas poliméricas de amido de mandioca plastificado com glicerol, reforçados com fibras de cana-de-açúcar e com adição de sorbato de potássio como conservante. Os filmes foram produzidos a partir de uma solução de 3% de amido, com adição de 5g, 10g, 15g e 20g de fibra/100g de amido e 0,25g; 0,5g e 0,75g de sorbato de potássio/100g solução filmogênica. Os filmes foram caracterizados quanto à espessura, propriedades mecânicas, permeabilidade ao vapor de água (PVA) e isoterma de sorção. Os filmes com concentração de fibras acima de 10% perderam a resistência à tração, ficaram

mais rígidos, frágeis e quebradiços. Por outro lado, as propriedades de barreira melhoraram, houve redução da permeabilidade ao vapor de água e menor ganho de água em todas as atividades de água (aw). Ensaio em massa de pastel indicaram que os filmes ainda se apresentam bastante higroscópicos, sendo necessário diminuir sua hidrofobicidade para que possa ser empregado como embalagem ativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** biofilme, amido de mandioca, fibra de cana-de-açúcar.

**ABSTRACT:** This study aimed to produce and characterize biodegradable films for active packaging prepared by the technique of “casting”, from polymer blends of cassava starch plasticized with glycerol, reinforced with sugarcane fiber and with addition of potassium sorbate as preservative. Films were produced from a solution of 3% starch with the addition of 5g, 10g, 15g and 20g fiber/100g starch and 0,25g; 0,5g and 0.75g of potassium sorbate/100g filmogenic solution. Films were characterized for thickness, mechanical properties, permeability to water vapor (PVA) and sorption isotherms. The results obtained lead to the conclusion that the films obtained with above 10% fiber (other than the nanofibers), lose their tensile strength, becoming more fragile and brittle, lose their elasticity, but otherwise enhance the barrier properties, decrease the permeability to water

vapor and become more rigid. Assays in fresh pasta indicated that films still show very hygroscopic and it is necessary to decrease their hydrophilicity to be used as active packaging.

**KEYWORDS:** biofilms, cassava starch, sugarcane fiber.

## 1 | INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com as condições ambientais, além da necessidade de reduzir a dependência em relação à utilização de polímeros derivados do petróleo conduziram à busca de alternativas para substituição embalagens plásticas convencionais, entre elas a utilização de embalagens desenvolvidas com polímeros biodegradáveis (SOUZA; SILVA; DRUZIAN, 2012; SILVA et al., 2009).

Atualmente, pesquisadores tem se dedicado a pesquisas para o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis compostas de polímeros naturais e blendas poliméricas com polímeros biodegradáveis, aplicados para embalagens alimentícias e também na agricultura (BILCK; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010; BRANDELERO et al., 2010; SHIRAY et al., 2013).

O amido é considerado um dos mais promissores para futuros materiais, principalmente devido à atrativa combinação de preço e desempenho. O amido de mandioca, também conhecido como fécula de mandioca ou polvilho doce, é utilizado na elaboração de materiais biodegradáveis. A obtenção de uma embalagem termoplástica à base de amido requer que sua estrutura granular seja destruída, dando origem a uma matriz polimérica homogênea e, sobretudo amorfa. Os processos de *casting* e extrusão são os mais utilizados para a produção destas embalagens (MALI et al., 2010a; MACHADO et al., 2014; SHIMAZU; MALI; GROSSMANN, YAMASHITA, 2010b).

O emprego de filmes produzidos exclusivamente de amido é limitado, devido a algumas restrições de desempenho como baixa resistência mecânica e alta hidrofiliabilidade em ambientes com elevada umidade relativa. Estes fatores conduzem a obtenção de materiais quebradiços e higroscópicos, entretanto, esta limitação pode ser superada pelo emprego de fibras naturais, de origem vegetal, proveniente de resíduos da agroindústria, as quais são utilizadas como materiais de reforço a matrizes poliméricas de amido. Esta adição leva à formação de compósitos poliméricos que apresentam melhores propriedades mecânicas e maiores resistência à umidade, além de diminuir os custos e aumentar a biodegradabilidade. Esta melhora nas propriedades mecânicas é devido à compatibilidade entre as fibras de celulose com o amido, o que possibilita maior adesão entre a matriz polimérica do amido e a fibra (DEBIAGI et al., 2012; SOUZA; SILVA; DRUZIAN, 2012).

O emprego de polímeros biodegradáveis e compósitos biodegradáveis incorporados com fibras lignocelulósicas tem sido amplamente utilizado em diferentes aplicações devido a sua fácil processabilidade, custo-benefício e versatilidade de

produtos que podem ser produzidos (KHARE; DESHMUKH, 2006; CAMPOS et al., 2011). O bagaço de cana-de-açúcar, além de grande potencial de utilização como material de reforço em embalagens de amido, é um resíduo industrial abundante em nosso país. Sua utilização em substituição às fibras sintéticas contribui com os esforços atuais de proteção ao meio ambiente, pois promove uma diminuição dos resíduos da agricultura e da agro-indústria (DEBIAGI et al., 2012). No Brasil, do total de plásticos rígidos e flexíveis produzidos, apenas 16,5% é reciclado, o que equivale a 200 mil toneladas por ano. A maior limitação para a reciclagem é a diversidade das resinas, o que pode criar um problema na hora do reaproveitamento industrial (DEBIAGI et al., 2010).

O crescente acúmulo de lixo não biodegradável aliado à dificuldade de reciclagem da maioria das embalagens, tem estimulado o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é produzir e caracterizar filmes biodegradáveis para embalagens ativas, preparados pela técnica de “casting”, a partir de blendas poliméricas de amido de mandioca plastificado com glicerol, reforçados com fibras de cana-de-açúcar e com adição de sorbato de potássio como conservante.

## **2 | MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais**

O bagaço de cana-de-açúcar foi obtido de uma Usina da região de Assis. O amido de mandioca foi gentilmente cedido pela Tereos Syral (Brasil). O glicerol e o sorbato de potássio foram adquiridos da Dinâmica e a goma guar foi obtida no comércio da região.

### **2.2 Preparo do bagaço de cana-de-açúcar**

Inicialmente, foi feita a limpeza de 2,0 Kg do bagaço de cana-de-açúcar, em que foram retirados os pedaços maiores e as sujidades, restando ao final 1,60 Kg do bagaço em fragmentos menores. Em seguida, este bagaço foi dividido em frações de 50 g. Cada fração de 50 g foi adicionada em um Becker de 2.000 mL com 1500 mL de água destilada. A mistura foi aquecida a 70 °C e mantidas nesta temperatura por 3 horas sob agitação mecânica constante de 1.000 rpm, trocando a água a cada hora. Em seguida a mistura foi filtrada e as frações foram secas em estufa de circulação de ar (Marconi-MA035) a 60 °C por 48 horas. Depois as fibras foram trituradas em processador. Após a moagem as fibras foram passadas em peneira de 60 mesh e depois em outra peneira de 100 mesh, obtendo-se fibras com um tamanho aproximado de 0,149 milímetros.

## 2.3 Preparação dos biofilmes de fécula de mandioca reforçados com fibra de cana-de-açúcar por *casting*

Os filmes foram produzidos pela técnica do tipo *casting*, com amido de mandioca (3 g de amido/100g solução filmogênica), empregando glicerol como plastificante (30g/100g de amido), fibra de cana-de-açúcar, sorbato de potássio e goma guar (0,01 g/g amido) para evitar a sedimentação das fibras. Foram realizadas quatro formulações para os filmes, variando a concentração de fibras e sorbato de potássio, conforme descrito na tabela 1. As soluções filmogênicas contendo amido, plastificante, goma guar e fibra foram aquecidas de 30 a 95°C, mantidas a 95°C por 10 minutos, sob agitação constante em agitador magnético.

Após gelatinização adicionou-se o sorbato de potássio. Em seguida, cada solução filmogênica foi espalhada em placa de acrílico (10 x 20 cm) e o material foi seco em estufa de circulação de ar (Marconi-MA035) a 40 °C por 20 horas.

Para a realização das análises, os filmes foram condicionados por um período de 48 horas, em dessecadores, sob umidade relativa de 53% e temperatura de 25 °C ( ± 2).

## 2.4 Caracterização dos biofilmes

Os filmes foram caracterizados quanto à espessura, propriedades mecânicas, permeabilidade ao vapor de água (PVA) e isothermas de sorção.

### 2.4.1 Espessura

A espessura dos filmes foi determinada com auxílio do micrometro digital (Starret, Brasil, resolução 0,001). A espessura final foi a média aritmética de 5 medidas aleatórias sobre a área do filme.

Formulação	Amido (g/100g de solução filmogênica)	Glicerol (g/100g de amido)	Sorbato de Potássio (g/100g de solução filmogênica)	Fibra de cana-de- açúcar (g/100g de amido)
FC	3	30	0,0	0
F5	3	30	0,25	5
F10	3	30	0,50	10
F15	3	30	0,75	15
F20	3	30	1,00	20

Tabela 1. Formulações das embalagens ativas biodegradáveis

### 2.4.2 Propriedades mecânicas

Para os testes de tração foi utilizado o texturômetro (Stable Micro System, modelo TA TX2i, Inglaterra) de acordo com o método da *American Society for Testing and*

*Material* (ASTM D-882-02, 2002). As amostras foram cortadas nas dimensões de 50 mm x 25 mm e condicionadas em 53% de Umidade Relativa (UR) (solução saturada de  $Mg(NO_3)_2$  a 25°C, por 48 horas antes da realização dos ensaios. A seguir foram ajustadas às garras pneumáticas do equipamento com distância entre as garras de 30 mm e a velocidade de tração de 50 mm.min<sup>-1</sup>. As propriedades de tração determinadas foram resistência à tração (MPa), alongamento na ruptura (%) e módulo de Young (MPa). Para cada tratamento foram preparados 10 corpos de prova.

### 2.4.3 Permeabilidade ao vapor de água

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) foi determinada gravimetricamente de acordo com o método da ASTM E-96-(00) (2000) com algumas modificações. O material, previamente condicionado por 48 horas em umidade relativa (UR) de 53% (solução saturada de  $Mg(NO_3)_2$ ), foi fixado na abertura circular (60 mm de diâmetro) da cápsula de permeabilidade, empregando-se graxa de silicone para garantir a migração de umidade exclusivamente através do filme. O interior da cápsula foi parcialmente preenchido com  $CaCl_2$  (0% de UR) e o sistema foi introduzido no dessecador contendo solução saturada de NaCl (75% de UR) criando um gradiente de UR para a passagem de vapor de água para o interior da cápsula. Foram realizadas sete pesagens sucessivas, em intervalos de tempo de 24 horas. O ganho de massa (m) foi graficado em função do tempo (t), e então foi determinado o coeficiente angular (m/t) e a taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) dada pela Equação 1

$$TPVA = \frac{m}{t} \times \frac{1}{A} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Onde A é a área de permeação do corpo de prova (m<sup>2</sup>).

Para cada formulação desenvolvida, o ensaio foi realizado em duplicata. A permeabilidade ao vapor de água foi obtida pela Equação 2:

$$PVA = \frac{TPVA \times e}{p_s \times \left( \frac{UR_1 - UR_2}{100} \right)} \quad [\text{Eq. 2}]$$

Onde **e** é a espessura média do corpo de prova (m), **ps** pressão de saturação de vapor à temperatura do ensaio (Pa), **UR<sub>1</sub>** é a umidade relativa no interior do dessecador em % e **UR<sub>2</sub>** é a umidade relativa no interior da cápsula em %.

#### 2.4.4 Isotermas de Sorção

As amostras dos filmes foram finamente cortados e desidratados. Deixados em dessecador contendo  $\text{CaCl}_2$  anidro, que manteve a umidade relativa (UR) próxima a 0%. Após este período, as amostras foram colocadas individualmente em um equipamento gerador de isotermas AquaSorp (Decagon Devices, EUA) que opera pelo método de isotermas por ponto de orvalho dinâmico. Uma quantidade de aproximadamente 500 a 800 mg de cada amostra foi colocada no compartimento específico. A varredura no ciclo de adsorção foi realizada na faixa de 0,30 a 0,80 de atividade de água a uma temperatura de 25°C.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os filmes se apresentaram sem ondulações, rupturas ou fraturas após a secagem. Os filmes apresentaram excelente manuseabilidade e depois de serem retirados das placas puderam ser manipulados sem qualquer risco de ruptura, com exceção do filme controle (FC), que em virtude de não ter adição de fibra se apresentou bastante higroscópico, dificultando a manuseabilidade e impossibilitando sua caracterização.

A espessura dos filmes variou de 0,189 a 0,292 mm (tabela 2) e os filmes com 5% de fibras tiveram a menor espessura. A quantidade de solução filmogênica adicionada nas placas foi a mesma para as diferentes formulações, desta forma, os filmes com maior concentração de fibras, tiveram também a maior espessura.

Formulação	Espessura (mm)
FC	-
F5	0.189 ( $\pm 0.06$ )
F10	0.193 ( $\pm 0.08$ )
F15	0.267 ( $\pm 0.04$ )
F20	0,292( $\pm 0.02$ )

Tabela 2. Valores de espessura dos filmes

Todos os filmes apresentaram um decréscimo da resistência máxima à tração (RMT) com o aumento da quantidade de fibra, ou seja, filmes com 5% de fibra foram mais resistentes e os filmes com 20% de fibra foram os menos resistentes (tabela 3).

Formulação	Resistência Máxima a Tração (MPa)	Alongamento na ruptura (%)	Módulo de Young (MPa)
FC	-	-	-
F5	0,61 ( $\pm 0,2$ )	100,01 ( $\pm 20,1$ )	1,01 ( $\pm 0,3$ )
F10	0,56 ( $\pm 0,2$ )	75,24 ( $\pm 4,2$ )	1,19 ( $\pm 0,3$ )
F15	0,59 ( $\pm 0,1$ )	15,36 ( $\pm 3,5$ )	3,23 ( $\pm 0,5$ )
F20	0,22 ( $\pm 0,1$ )	13,14 ( $\pm 7,5$ )	1,28 ( $\pm 0,2$ )

Tabela 3. Propriedades Mecânicas dos Filmes

O aumento da adição de fibras ao filme diminuiu o alongamento na ruptura e tornou o filme mais rígido. Esta rigidez, entretanto, foi perdida ao atingir 20% de fibra. Segundo Debiagi et.al (2012), a similaridade entre as fibras adicionadas e o amido empregado, é o que possibilita uma forte rede entre as cadeias da matriz polimérica e as fibras empregadas no filme. Como no filme F15 houve maior adição de fibras, houve maior interação entre as cadeias poliméricas da matriz do amido e as fibras adicionadas, o que possibilitou a formação de um filme mais rígido e menos permeável ao vapor de água. Esta diminuição do alongamento na ruptura e aumento da rigidez (módulo de Young) está de acordo com o trabalho de MULLER et al. (2009), que aborda que o efeito de reforço que as fibras proporcionam ao filme é um reflexo da compatibilidade química e estrutural entre o amido e as fibras. Observou-se, entretanto, que filmes que contêm 20% fibras, a interação fibra/matriz de amido começa a enfraquecer, perdendo a rigidez, elasticidade e resistência máxima à tração. Apesar do filme F20 ter perdido a rigidez com o aumento da quantidade de fibra, a permeabilidade ao vapor de água diminuiu (tabela 4).

Formulação	Permeabilidade ao vapor de água (g/m.Pa.dia)
FC	-
F5	2,29 E-06
F10	2,52 E-06
F15	0,16 E-06
F20	0,11 E-06

Tabela 4. Permeabilidade ao vapor de água dos filmes (0-75% UR)

O gráfico de isotermas de sorção de água a 25°C, apresentado abaixo, mostra que os filmes F15 e F20 tiveram menor ganho de água em todas as atividades de água (aw) quando comparado com os filmes F10 e F5. Quanto maior a concentração de fibras no filme menor o ganho de água, possivelmente devido à rede na matriz polimérica formada pelo amido termoplástico e as fibras. Foram realizados testes iniciais de aplicação dos filmes biodegradáveis em massa de pastel com objetivo principal de avaliar a atividade do sorbato de potássio como conservante.

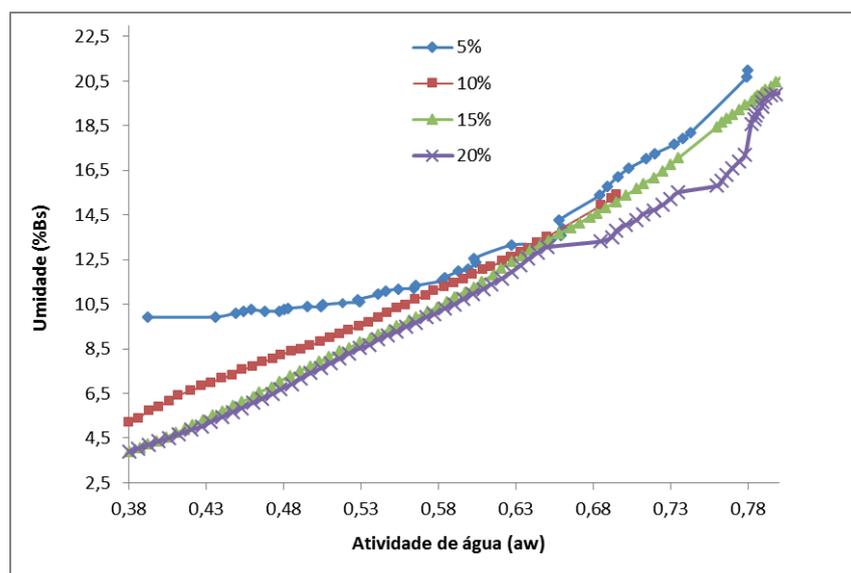


Figura1. Isotermas de sorção de água a 25°C

O filme com 15% de fibras foi escolhido devido as suas boas propriedades mecânicas e de barreira, se comparado com os demais. A aplicação foi feita intercalando os filmes entre as massas de pastel formando uma estrutura tipo “sanduíche”. Neste primeiro teste, os filmes se mostraram higroscópicos e hidrofílicos porque ficaram moles e grudaram na massa de pastel. Assim, será necessário o desenvolvimento de novas formulações que possam reduzir a hidrofiliidade e melhorar as propriedades dos filmes para fazer a aplicação.

#### 4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos levam a concluir que os filmes obtidos com fibras acima de 10% (que não sejam as nanofibras), perdem a resistência à tração, ficando mais frágeis e quebradiços, perdem a elasticidade, mas por outro lado melhoram as propriedades de barreira, diminuem a permeabilidade ao vapor de água e se tornam mais rígidos. Ensaio em massa de pastel indicaram que os filmes ainda se apresentam bastante higroscópicos, sendo necessário diminuir sua hidrofiliidade para que possa ser empregado como embalagem ativa.

#### REFERÊNCIAS

BILCK, Ana P.; GROSSMANN, Maria. V. E.; YAMASHITA, Fabio. Biodegradable mulch films for strawberry production. **Polymer Testing**, v. 29, 2010, p. 471-476.

BRANDELERO, Renata P. H.; YAMASHITA, Fabio; GROSSMANN, Maria V. E. The effect of surfactant Tween 80 on the hydrophilicity, water vapor permeation, and the mechanical properties of cassava starch and poly (butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT) blend films. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, 2010. p.1102-1109.

- CAMPOS, Adriana de; TEODORO, Kelcilene B. R.; MARCONCINI, José M.; MATTOSO, Luiz H. C.; MARTINS-FRANCHETTI, Sandra M.. Efeito do Tratamento das Fibras nas Propriedades do Biocompósito de Amido Termoplástico/Policaprolactona/Sisal, **Polímeros**, v. 21, nº 3, 2011, p. 217-222.
- DEBIAGI, Flávia.; IVANO, Léa Rita P. F. M.; NASCIMENTO, Pedro Henrique A.; MALI, Suzana. Starch biodegradable packaging reinforced with lignocelulosic fibers from agroindustrial wastes. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 1, nº 2, 2012, p. 57-67.
- DEBIAGI, Flávia; MALI, Suzana; GROSSMANN, Maria Vitória Eiras; YAMASHITA, Fábio. Efeito de Fibras Vegetais nas Propriedades de Compósitos Biodegradáveis de Amido de Mandioca Produzidos via Extrusão. **Ciênc. agrotec., Lavras**, v. 34, nº. 6, nov./dez., 2010, p. 1522-1529.
- KHARE, A.; DESHCUKH, S. Studies toward production eco-friendly plastics. **Journal of plastic film & sheeting**, v. 22, 2006, p.192 - 211.
- MACHADO, Bruna A. S.; REIS, João H. O.; SILVA, Jania B. da; CRUZ, Lindaiá S.; NUNES, Itaciara L. PEREIRA, Fabiano V.; DRUZIAN, Janice I. Obtenção de Nanocelulose da Fibra de Coco Verde e Incorporação em Filmes Biodegradáveis de Amido Plastificados com Glicerol. **Química Nova**, v. 37, nº 8, 2014, p. 1275-1282.
- MALI, Suzana; DEBIAGI, Flávia.; GROSSMANN, Maria Vitória Eiras; YAMASHITA, Fábio. Starch, sugarcane bagasse fibre, and polyvinyl alcohol effects on extruded foam properties: A mixture design approach. **Industrial Crops and Products**, v. 32, 2010a, p. 353–359.
- MALI, Suzana; GROSSMANN, Maria Vitória Eiras; YAMASHITA, Fabio. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, nº. 1, 2010b, p. 137-156.
- MULLER, Carmem M. O.; LAURINDO, João Borges; YAMASHITA, Fabio. Effect of cellulose fibers on the crystallinity and mechanical properties of starch-based films at different relative humidity values, **Carbohydrate Polymers**, v. 77, 2009, p. 293–299.
- SHIRAY, Marianne.; OLIVATO, Juliana. B; GARCIA, Patricia; MULLER, Carmen; GROSSMANN, Maria Victoria Eiras; YAMASHITA, Fabio. Thermoplastic starch/polyester films: Effects of extrusion process and poly (lactic acid) addition. **Materials Science and Engineering C**, v. 33, 2013, p. 4112-4117.
- SILVA, Rafael; HARAGUCHI, Shirani K.; MUNIZ, Edvani C.; RUBIRA, Adley F. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos, **Química Nova**, v. 32, nº 3, 2009, p. 661-671
- SOUZA, Carolina Oliveira de; SILVA, Luciana Tosta; DRUZIAN, Janice Izabel, Estudo Comparativo da Caracterização de Filmes Biodegradáveis de Amido de Mandioca Contendo Polpas de Manga e de Acerola, **Química Nova**, v. 35, nº 2, 2012, p. 262-267.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS-** Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber\_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186  
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261  
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9  
Análise sensorial 45, 46, 56

### B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173  
Biofilmes 4  
Biomateriais 92  
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

### C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140  
Carbono cristalizado 114

### D

Dejetos de suínos 112

### G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195  
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

### H

Homologia simplicial 239

### I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

### M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369  
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

### N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

## O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

## P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

## Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

## R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

## S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

## T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

## V

Variabilidade climática 142

## W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-642-3

