

# Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2



Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2



Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **Conselho Editorial**

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
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. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª 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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª 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  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
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  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª 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  
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. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
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. 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  
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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **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. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
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. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
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. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
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. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
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. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – 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. Lillian 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. Dr. 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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

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

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

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

R436 Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-456-6

DOI 10.22533/at.ed.566200510

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João.

CDD 624

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais e os conceitos ambientais, vem cada vez mais ganhando espaço nos estudos das grandes empresas e de pesquisadores. Esse aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Assim em um cenário cada vez mais competitivo, desenvolver novas maneiras de melhoria nos processos industriais, bem como para o próprio dia a dia da população é uma das buscas constantes das áreas de engenharia.

Nesse livro conceitos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e aproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Ainda traz assuntos voltados ao desenvolvimento de materiais, buscando melhorias no processo e no produto final, sendo uma busca constante a redução e reutilização dos resíduos.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela con iança e espírito de parceria.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### RESÍDUOS SÓLIDOS NO IFSP – CAMPUS SÃO CARLOS

Adriana Antunes Lopes

José Henrique de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.5662005101**

### **CAPÍTULO 2..... 8**

#### OPORTUNIDADES DA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA COLHEITA, PROCESSAMENTO E TORREFAÇÃO DO GRÃO DE CAFÉ NO BRASIL

Mauro Donizeti Berni

Paulo Cesar Manduca

**DOI 10.22533/at.ed.5662005102**

### **CAPÍTULO 3..... 22**

#### ANÁLISE DA VIABILIDADE DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ADVINDOS DA MINERAÇÃO DE COBRE E OURO PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS DE TERRA COMPACTADA

Jéssica Azevedo Coelho

Aline Rodrigues da Silva Lira

Aryágilla Phaôla Ferreira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5662005103**

### **CAPÍTULO 4..... 34**

#### CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS GERADOS EM UM SHOPPING CENTER EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ (SC)

Bruna Emanuele Napoli Simioni

Rafaela Picoletto

**DOI 10.22533/at.ed.5662005104**

### **CAPÍTULO 5..... 42**

#### DIMENSIONAMENTO DE BIODIGESTOR ANAERÓBIO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS

Tatiane Akemi Ramalho Yamashita

Isabel Cristina de Barros Trannin

Teófilo Miguel de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.5662005105**

### **CAPÍTULO 6..... 56**

#### ESTUDO DO CONFORTO ACÚSTICO EM AMBIENTE ESCOLAR

Otávio Akira Sakai

Grasielle Cristina dos Santos Lembi Gorla

Rodrigo de Oliveira

Gustavo Silva Veloso de Menezes

Joyce Ronquim Wedekind

**DOI 10.22533/at.ed.5662005106**

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>66</b>
<b>ANÁLISE TÉRMICA E ACÚSTICA DE PLACAS DE VEDAÇÃO EM COMPÓSITO CIMENTO-MADEIRA</b>	
Bruna de Oliveira Criado	
Fernando Sérgio Okimoto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5662005107</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>80</b>
<b>COMPARATIVE ANALYSIS OF A TRANSIENT HEAT FLOW AND THERMAL STRESSES BY ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS</b>	
Gisele Vilela Almeida	
Nailde de Amorim Coelho	
Nasser Samir Alkmim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5662005108</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>93</b>
<b>PRODUÇÃO DE NANOFIBRAS POLIMÉRICAS ELETROFIADAS PARA MATERIAIS INTELIGENTES</b>	
Giovana Miti Aibara Paschoal	
Bruno Henrique de Santana Gois	
André Antunes da Silva	
Pedro Leonardo Silva	
Wilson Silva do Nascimento	
Jessyka Carolina Bittencourt	
Beatriz Marques Carvalho	
Roger Clive Hiorns	
Clarissa de Almeida Olivati	
Deuber Lincon da Silva Agostini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5662005109</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>102</b>
<b>PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE TRANSISTORES DE FILME FINO DE ÓXIDOS METÁLICOS PROCESSADOS POR SOLUÇÃO</b>	
João Mendes	
João Paulo Braga	
Giovani Gozzi	
Lucas Fugikawa-Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56620051010</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>120</b>
<b>SISTEMA DE MEDIÇÃO PARA CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS ATÉ 9 MN</b>	
Frank Omena de Moura	
Carlos Alberto Fabricio Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56620051011</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>124</b>
<b>ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE JUNTAS SOLDADAS</b>	

## APLICANDO A TÉCNICA DE CORRELAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS

Ycaro Jorge Maia da Costa  
José Máspoli Ferreira Pereira  
Rodrigo Nogueira de Codes

**DOI 10.22533/at.ed.56620051012**

## **CAPÍTULO 13..... 137**

### CARACTERIZAÇÃO METALOGRÁFICA DE AÇOS MULTIFÁSICOS

Rafael Morel Martins  
Bárbara Silva Sales Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.56620051013**

## **CAPÍTULO 14..... 148**

### APLICAÇÃO DA SINERGIA ENTRE CORANTE SINTÉTICO N719 E NATURAIS DO GÊNERO *OENOCARPUS* EM CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES

Rafael Becker Maciel  
Everson do Prado Banczek  
Guilherme José Turcatel Alves  
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.56620051014**

## **CAPÍTULO 15..... 154**

### PRODUÇÃO DE LIPASES FÚNGICAS DE *Penicillium sumatrense* POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO SEMENTE DE BARU (*Dipteryx alata*)

Tayrine Mainko Hoblos Pozzobon  
Aline Danielly Awadallak  
Pedro Oswaldo Morell  
Gustavo de Castilho Baldus  
Leonardo Pedranjo Silva  
Ruana Barbosa Benitez  
Edson Antônio da Silva  
Marcia Regina Fagundes-Klen  
Francisco de Assis Marques  
Maria Luiza Fernandes Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.56620051015**

## **CAPÍTULO 16..... 166**

### PRODUÇÃO DE MANGANÊS PEROXIDASE A PARTIR DO *CERIPORIOPSIS SUBVERMISPORA*

Gabriela Mundim Maciel  
Sandra de Cássia Dias

**DOI 10.22533/at.ed.56620051016**

## **CAPÍTULO 17..... 177**

### EXTRATO DE CASCAS DO *Allium sativum* L. COMO ANTIOXIDANTE PARA

## **BIODIESEL DE CANOLA**

Débora Yumi Pelegrini  
Nayara Lais Boschen  
Cynthia Beatriz Furstenberger  
Everson do Prado Banczek  
Marilei de Fatima Oliveira  
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.56620051017**

## **CAPÍTULO 18..... 188**

### **USO DA TERRA DE MUCUGÊ E IBICOARA-BA MEDIANTE AVANÇO DA AGRICULTURA COM SENSORIAMENTO REMOTO**

Luana Nascimento da Silva  
Vanessa Santos da Palma  
Luana da Silva Guedes  
Everton Luiz Polkeing

**DOI 10.22533/at.ed.56620051018**

## **CAPÍTULO 19..... 193**

### **DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPFs) EM AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES**

Rosângela Oliveira Soares  
Fátima Regina Zan  
Manuel Luís Tibério  
Artur Fernando Arede Correia Cristovão  
Paulino Varela Tavares  
Dieter Rugard Siedenberg

**DOI 10.22533/at.ed.56620051019**

## **CAPÍTULO 20..... 205**

### **O RECORTE DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA AGRIBIOTECNOLÓGICA NO BRASIL E NO MUNDO NOS ÚLTIMOS 30 ANOS**

Djeimella Ferreira de Souza  
Anna Flavia Moreira Martins de Almeida Pereira  
Rubén Dario Sinisterra Millán

**DOI 10.22533/at.ed.56620051020**

## **CAPÍTULO 21..... 218**

### **AJUSTE DE EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS A PARTIR DO DIÂMETRO DO TOCO E DAP PARA A ESPÉCIE DE CEDRO AMAZONENSE (*Cedrelinga catenaeformis*)**

Carla Alessandra dos Santos  
Murielli Garcia Caetano  
Pedro Paulo Gomes de Oliveira  
Vinícius Augusto Morais  
Jociane Rosseto de Oliveira Silva  
Ivan Cleiton de Oliveira Silva

**DOI 10.22533/at.ed.56620051021**

<b>CAPÍTULO 22.....</b>	<b>225</b>
<b>ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO</b>	
Anderson Pereira Cardoso	
Mágna Lima da Cruz	
Weverton Gabriel do Nascimento Mendonça	
Ana Paula de Santana Bomfim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56620051022</b>	
<b>CAPÍTULO 23.....</b>	<b>234</b>
<b>ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA: EMPRESA BAJA ESPINHAÇO</b>	
Rafaela Ribeiro Reis	
Juliani Ramos Belício	
Marcelino Serretti Leonel	
Antonio Genilton Sant´Anna	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56620051023</b>	
<b>CAPÍTULO 24.....</b>	<b>248</b>
<b>GUIDEAPP: FERRAMENTA DE AUXÍLIO À MOBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS</b>	
Brenno Duarte de Lima	
Hugo Silva Nascimento	
Jacó Alves Graça	
Jonathan Costa Matos	
Natan Silva Ferreira	
Joab Bezerra de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56620051024</b>	
<b>CAPÍTULO 25.....</b>	<b>257</b>
<b>O TRANSPORTE COLETIVO E A OPÇÃO SOB DEMANDA: O ESTUDO DE CASO DE GOIÂNIA</b>	
Mauro Cesar Loyola Branco	
Giovani Manso Ávila	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56620051025</b>	
<b>CAPÍTULO 26.....</b>	<b>269</b>
<b>UMA INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DISPOSITIVOS DA ENGENHARIA DE TRÁFEGO NO SISTEMA VIÁRIO: INTERVENÇÃO NA RUA PADRE AGOSTINHO</b>	
Marcia de Andrade Pereira Bernardinis	
Luziane Machado Pavelski	
Bruna Marcelli Claudino Buher Kureke	
Alana Tamara Gonçalves Molinari	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56620051026</b>	
<b>CAPÍTULO 27.....</b>	<b>276</b>
<b>A PARTICIPAÇÃO DA MULHER NOS CURSOS DE ENGENHARIA DA UFERSA:</b>	

**UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS MOSSORÓ**

Camila Gabrielly Fernandes de Souza

Maria Aridenise Macena Fontenelle

**DOI 10.22533/at.ed.56620051027**

**CAPÍTULO 28..... 292**

**INVESTIGATION OF THE MILLING EFFICIENCY OF THE X22CrMoV12-1 STEEL WITH VC AFTER 80 AND 100 HOURS**

Roberta Alves Gomes Matos

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

**DOI 10.22533/at.ed.56620051028**

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 298**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 299**

# CAPÍTULO 2

## OPORTUNIDADES DA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA COLHEITA, PROCESSAMENTO E TORREFAÇÃO DO GRÃO DE CAFÉ NO BRASIL

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 14/07/2020

**Mauro Donizeti Berni**

NIPE – UNICAMP

Campinas – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/1602054738205274>

**Paulo Cesar Manduca**

NIPE – UNICAMP

Campinas – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/0410237154093098>

**RESUMO:** A produção mundial de café (*coffea arabica e grevillea robusta*) na safra 2018/2019 atingiu 174,5 milhões de sacas de 60kg (ICO, 2020). Para a safra 2018/2019, considerando apenas os três principais países produtores, tem-se o Brasil em primeiro lugar que participa com 35,3% da produção mundial. Em segundo lugar, destaca-se o Vietnã com 29 milhões de sacas de 60kg, volume que representa 16,6% do que foi colhido no planeta e, em terceiro, a Colômbia que registrou 14,3 milhões de sacas colhidas e foi responsável por 8,2% da safra global (EMBRAPA, 2020). Em relação ao Brasil, 61,6 milhões de sacas de 60 kg foram produzidas, gerando mais de 673 mil toneladas de resíduos sólidos, entre cascas obtidas no beneficiamento da fase de colheita utilizando o método seco, e na fase processamento agroindustrial com a geração de pó, e película com a torrefação dos grãos de café (Dias, 2016 e Berni et al., 2018), que prescindem de uma destinação final sustentada. Neste

capítulo, tem como principal objetivo demonstrar as oportunidades de valorização econômica dos resíduos sólidos: casca, pó e película. Para tanto, estima-se os volumes gerados na safra 2018/2019 e os potenciais de geração de energia e as oportunidades de produção de novos produtos de alto valor agregado, sob o conceito da economia circular para agroindústria brasileira do café.

**PALAVRAS-CHAVE:** Café, Resíduos, Fonte de Energia, Produção de Taninos, Mitigação Ambiental.

### OPPORTUNITIES FOR THE VALORIZATION OF SOLID WASTE FROM HARVESTING, PROCESSING AND ROASTING OF COFFEE GRAIN IN BRAZIL

**ABSTRACT:** World coffee production (*Coffea arabica* and *Grevillea robusta*) in the 2018/2019 harvest reached 174.5 million 60 kg bags (ICO, 2020). For the 2018/2019 harvest, considering only the three main producing countries, Brazil has the first place that participates with 35.3% of world production. Secondly, Vietnam stands out with 29 million bags of 60 kg, a volume that represents 16.6% of what was harvested on the planet and, thirdly, Colombia which registered 14.3 million bags harvested and was responsible for 8.2% of the global harvest (EMBRAPA, 2020). In relation to Brazil, 61.6 million 60 kg bags were produced, generating more than 673 thousand tons of solid waste, between barks obtained in the processing of the harvesting phase using the dry method, and in the agro-industrial processing phase with the generation of dust, and film

with the roasting of coffee beans (Dias, 2016 and Berni et al., 2018), which need a sustained final destination. In this chapter, its main objective is to demonstrate the opportunities for the economic valuation of solid waste: bark, dust and film. To this end, it is estimated the volumes generated in the 2018/2019 harvest and the potential for energy generation and the opportunities for producing new products with high added value, under the concept of the circular economy for the Brazilian coffee agribusiness.

**KEYWORDS:** Coffee, Waste, Energy Source, Tannin Production, Environmental Mitigation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A produtividade brasileira de café tem crescido de forma contínua como resultado do uso de técnicas de manejo para melhorar o sistema de cultivo, contrapondo-se à redução gradual de área cultivada seguindo-se com a produção de grandes quantidades de resíduos sólidos que necessitam de uma destinação final sustentada.

Mais recentemente, alternativas de destinação tem sido propostas para a agroindústria cafeeira, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental sob a ótica da economia circular.

A cadeia de valor do café é composta por quatro fases principais: cultivo, processamento, torrefação e consumo. Cada fase do processo possui questões ambientais, sociais, econômicas e de governança que afetam a sustentabilidade futura da extração do grão de café.

Entre os principais resíduos sólidos da cadeia de valor do café, tem-se no pós-colheita a polpa composta pela casca e por parte da mucilagem retirada do grão que está aderida à casca. Nas fases de processamento e torrefação tem-se como principais resíduos sólidos o pó e a película, respectivamente.

Este trabalho, tem como principal objetivo demonstrar as oportunidades de valorização econômica dos resíduos sólidos: casca, pó e película. Para tanto, estima-se os volumes gerados na safra 2018/2019 e os potenciais de geração de energia e a produção de novos produtos de alto valor agregado, sob o conceito da economia circular para agroindústria cafeeira brasileira. Os resultados obtidos, demonstram que a agroindústria brasileira possui uma janela de oportunidades a ser explorada, através do reaproveitamento econômico dos seus resíduos sólidos.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada está baseada em mapas de plantio de café georeferenciados, disponibilizados no Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), disponível em <https://inde.gov.br/Inde>, coleta de dados no site da International Coffee Organization (ICO), disponível em [http://www.ico.org/trade\\_statistics.asp](http://www.ico.org/trade_statistics.asp), e

na literatura afim a geração de energia com resíduos agrícolas.

A principal fonte de dados foi o banco de publicações do ISI Web of Knowledge, denominado *Web of Science*, acessada via portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) ([www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br)), a partir de parâmetros de busca tendo como palavras chaves: resíduos sólidos na agroindústria do café, reaproveitamento de resíduos sólidos, bioenergia, economia circular e bioprodutos de alto valor agregado.

Bibliografias afins ao tema foram analisadas mais detalhadamente ou através de leitura de resumos disponibilizados, para a compreensão da magnitude e reflexos na evolução do estado da arte da economia circular versus resíduos sólidos e as oportunidades de biorrefinaria, anexa, ao processamento e torrefação do café, bem como de periódicos indexados devidamente referenciados.

### **3 | APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE BIOMASSA NO BRASIL**

A biomassa e seus resíduos são uma das mais promissoras fontes de energia para o desenvolvimento dos países, devido o seu grande potencial para a substituição de diversos combustíveis fósseis e produção de novos produtos, com a vantagem da sua abundância na natureza e às suas características físico-químicas. De acordo, com Nogueira et al (2015) a biomassa é considerada uma fonte de energia renovável não poluente porque a sua substituição na natureza pode ser feita sem grandes dificuldades, tem ciclo rápido comparativamente aos combustíveis fósseis que requerem milhares de anos e condições favoráveis.

O uso de fontes renováveis para produção de energia e os baixos impactos ambientais decorrentes, tem estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias para o aproveitamento de resíduos sólidos derivados de biomassa. A utilização da biomassa para produção de energia aumentou significativamente a partir de 2010 em muitos países europeus, Estados Unidos, China, Índia e alguns outros países em desenvolvimento (Halder et al, 2014).

Em países em desenvolvimento, a contribuição da biomassa chega a mais de 90% das fontes de energia, a maior parte em forma não comercial. Isso mostra que muitas vezes a biomassa é considerada uma fonte de energia do passado, pois quando um país é industrializado ela fica relegada a segundo plano.

Observe que os recursos mundiais de biomassa são enormes, e existem várias técnicas que produzem energia de forma economicamente eficiente em vez das formas não-comerciais utilizadas por países em desenvolvimento.

O Brasil tem uma participação de 83% de sua matriz elétrica originada de fontes renováveis, de acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME, 2020). A participação é liderada pela hidrelétrica (63,8%), seguida de eólica (9,3%),

biomassa e biogás (8,9%) e solar centralizada (1,4%). A importância da biomassa não se baseia, apenas no aspecto tecnológico e ambientalmente sustentável, mas principalmente pelas questões socioeconômicas, com a geração de emprego e renda.

No Brasil as fontes renováveis de energia contribuem para uma redução maior da emissão de gases de efeito estufa (GEE), auxiliando atingir as metas dos compromissos assumidos no Acordo de Paris, na COP 21 e os Objetivos de Desenvolvimento de Sustentabilidade (ODS) da ONU. Observe que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) possui entre suas linhas de pesquisa, uma específica com foco na bioenergia através de resíduos agrícolas.

No Brasil, a biomassa como fonte de energia possui vantagens significativas, principalmente por:

- I. diversificar a matriz energética brasileira face à dependência externa do país com relação aos combustíveis fósseis (petróleo e gás natural);
- II. contribuir para um desenvolvimento sustentável do país, em particular com a utilização de mão de obra local, principalmente na zona rural, podendo colaborar na garantia de suprimento de energia a comunidades isoladas através da geração distribuída; e
- III. apresentar vantagens ambientais quando comparada aos combustíveis fósseis, principalmente em termos de emissões de GEE.

Por outro lado, existem aspectos fundamentais e conjunturais importantes que se relacionam com a biomassa, como por exemplo:

- I. a necessidade e a oportunidade de utilização eficiente da enorme quantidade de resíduos agrícolas disponíveis no país, correspondendo a um elevado potencial de geração de energia;
- II. as perspectivas de alteração na matriz energética brasileira, substituindo combustíveis fósseis para geração termelétrica; e
- III. viabilização de projetos que utilizem a fração orgânica de resíduos como fonte de energia auxiliando na expansão da geração descentralizada no país.

## **4 I EVOLUÇÃO ESPERADA DA PRODUÇÃO DE CAFÉ NO BRASIL 2019/2020**

A safra 2020 prevê, em quase todas as regiões produtoras de café do país, a influência da bialidade positiva, no caso do café arábica, estimando assim uma produção maior que aquela obtida em 2019, devendo alcançar entre 57,2 milhões e 62,02 milhões de sacas beneficiadas. A área destinada a essa produção, 1.885,5 mil hectares, apresenta crescimento de 4% e o volume a ser produzido entre 15,9%

e 25,8% em relação à temporada passada (CONAB, 2020) (Figura 1).

O café arábica representa cerca de 75% da produção total de café do país. Para esta nova safra, estima-se que sejam colhidas entre 43,20 e 45,98 milhões de sacas. Tal previsão sinaliza aumento entre 26% e 34,1%, respectivamente, quando comparada à temporada anterior. A produção do conilon, na safra 2020, está estimada entre 13,95 e 16,04 milhões de sacas, representando uma variação entre redução de 7,1% e incremento de 6,8%, respectivamente, quando comparada à produção de 2019. Espírito Santo, Rondônia e Bahia são as maiores regiões produtoras do país, com destaque para a cafeicultura capixaba, que concentrou quase 70% da produção total de café conilon na última safra (CONAB, 2020).

De acordo com a CONAB (2020), o relatório de oferta e demanda de safra de café, divulgado pelo Departamento de Agricultura do Estados Unidos (USDA) de 2019, estima que a produção mundial na safra 2019/20 deverá totalizar 169.330 mil sacas, das quais 95.765 mil de café arábica e 73.565 mil da espécie robusta.

O número estimado pelo USDA é inferior em 3,04% às 174.640 mil sacas produzidas na safra passada (103.883 mil de arábica e 70.757 mil de robusta). Neste caso, o volume de produto que deixará de ser ofertado ao mercado consumidor no ano safra 2019/20 será da ordem de 5.310 mil sacas.

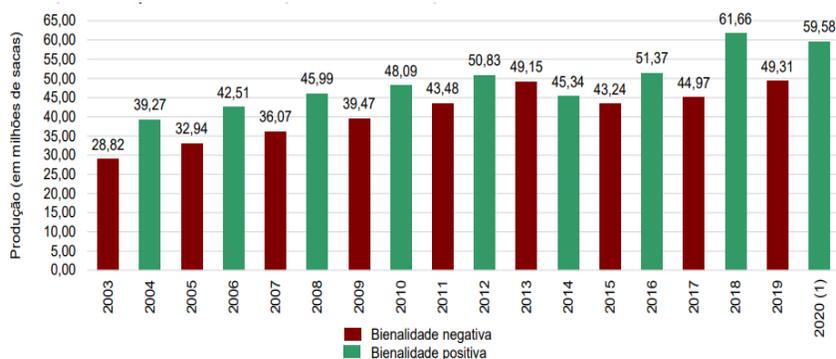


Figura 1: Produção total de café (arábica e conilon)

Fonte: CONAB (2020).

A redução na produção mundial deve-se, basicamente, à estimativa de menor desempenho da safra brasileira (avaliada por aquela entidade em 58.000 mil sacas), onde as lavouras de cafés, especialmente as do arábica, estão sob a influência do ciclo da bialidade negativa.

## 5 | VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA PRODUÇÃO DE CAFÉ

A atividade da cafeicultura além de colaborar significativamente no desenvolvimento econômico e humano regionais, possui um grande potencial de geração de resíduos passíveis de aproveitamento econômico.

Sendo assim, a proposta do trabalho para este capítulo, fundamentou-se na identificação das etapas potencialmente geradora de resíduos, atribuindo ênfase as fases de colheita, processamento e torrefação, propondo-lhes alternativas de reutilização econômica, geração de energia e a destinação final adequada.

O principal balizador da pesquisa é o fato de que qualquer processo produtivo resulta na transformação da matéria, e por conseqüência, gera resíduos. Propor alternativas tecnológicas mais eficientes e menos poluentes na agroindústria cafeeira, permite visualizar a sua cadeia de valor sob o conceito da economia circular.

De uma forma geral, as agroindústrias produzem grandes quantidades de resíduos, sendo eles, líquidos, sólidos e gasosos. Sendo o café a segunda maior commodity negociada no mundo depois do petróleo, contribuiu com a geração de uma grande quantidade de resíduos.(Nabais *et al.*, 2008).

## 6 | ETAPAS DA COLHEITA, PROCESSAMENTO E TORREFAÇÃO DO CAFÉ EM GRÃOS

Depois que as bagas de café são coletadas, elas são transportadas para o beneficiamento dos grãos. Segue-se a classificação por tamanho, peso e forma. O beneficiamento é o método de conversão da fruta crua em grãos de café verdes secos. Existem dois métodos de beneficiamento: processo úmido e seco. O processo seco utiliza secagem natural ou ainda, sopradores.

O processo úmido requer muito esforço, tempo, água e, portanto, de alto custo e também, pode utilizar a secagem natural. Neste caso, tem-se a vantagem de escolha mais apurada dos grãos de café (Echeverria e Nuti, 2017). Por imersão em água; grãos ruins ou verdes flutuam e os bons grãos – maduros - afundam.

Conforme Giranda (1998) e Castoldi e Castoldi (2013) a secagem do café deve ser iniciada imediatamente após a colheita a fim de eliminar rapidamente a alta umidade da casca, polpa e mucilagem e evitar as fermentações que podem prejudicar a qualidade do grão. Independentemente do método de secagem utilizado, o que se busca é a obtenção de café com umidade entre 11 e 12% e de boa qualidade.

Para tal, alguns aspectos devem ser obedecidos, tais como: evitar fermentações indesejáveis durante o processo; evitar temperatura excessivamente elevada (o café tolera a temperatura do ar de secagem próxima a 40 °C por um ou dois dias, 50 °C por poucas horas e 60 °C por menos de uma hora); secar os grãos

no menor tempo possível até a umidade de 18% bu (base úmida); e procurar obter um produto que apresente uniformidade em coloração, tamanho e densidade (Silva et al, 2001).

Para os dois processos, a próxima etapa, pós o despulpamento dos grãos com a separação da casca e mucilagem, é o ensacamento em *big bags* e armazenamento nas agroindústrias de beneficiamento, onde deve passar pelas fases de processamento e torrefação (Figura 2).

O café verde armazenado em galpões, poderá ser exportado em grão diretamente pelo produtor ou por intermédio de cooperativas.

No Brasil está localizada a maior cooperativa do mundo a COOXUPÉ, em Guaxupé, Minas Gerais. Se não for exportado, o grão passa pela de processamento, seguindo-se para a torrefação e moagem ou para indústrias de café solúvel e de cápsulas (Conceição et al., 2017).

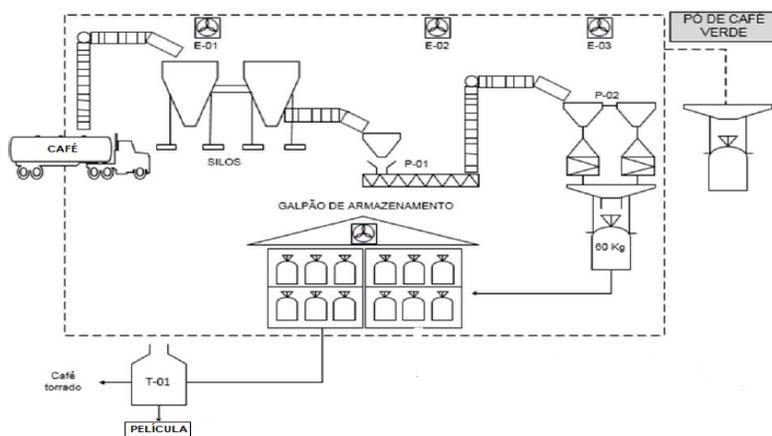


Figura 2: Fluxograma do processo de geração de resíduo sólidos nas fases de processamento e torrefação. E-01 a E-03: sistema de exaustão que recolhe o pó de café verde, P-01: peneira de separação de pedras, P-02: peneiras de classificação de tamanho e forma, T-01: torrador

Fonte: Adaptado de Pinto, M.P.M., 2017.

## 7 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A valorização das cascas do pós-colheita, pó do processamento e a película da torrefação ocorre através da geração de energia e/ou produção de bioprodutos para indústria química e farmacêutica de alto valor agregado.

## 7.1 Geração de Energia

Dados da *International Energy Association* (IEA), mostram em termos prospectivos para o ano de 2030, forte penetração de resíduos devido as amplas vantagens sociais, ambientais e econômicas em se produzir calor e energia elétrica de fontes renováveis, comparativamente a fontes fósseis (IEA, 2019).

Corroborando com os indicativos da IEA, o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2029, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) referencial comparativo para as perspectivas de aproveitamento energético dos resíduos sólidos produzidos pela cafeicultura brasileira.

O PDE é um documento informativo elaborado anualmente pela EPE. Seu objetivo primordial é indicar, e não propriamente determinar, as perspectivas, sob a ótica do Governo Federal da expansão do setor de energia no horizonte de dez anos, dentro de uma visão integrada para os diversos energéticos.

Neste trabalho, seu uso permite extrair importantes elementos para o planejamento do setor de energia, com benefícios em termos de aumento de confiabilidade, redução de custos de produção e redução de impactos ambientais.

O PDE é construído com base nas dimensões mais importantes associadas ao planejamento energético: econômica, estratégica e social. Na dimensão econômica, o PDE visa a apresentar as necessidades energéticas sob a ótica do planejamento para permitir o desenvolvimento da economia nacional e, por conseguinte, a competitividade do País. Na dimensão estratégica, os estudos do PDE destacam o melhor aproveitamento dos recursos energéticos nacionais, dentro de uma visão de médio e longo prazo e encorajando a integração regional. Por fim, na dimensão social, a expansão da oferta de energia deve ser feita com acesso a toda população brasileira, e considerando seriamente os aspectos socioambientais (EPE/PDE, 2020).

De acordo com o PDE 2029, em relação à oferta interna de energia, as fontes renováveis entre 2020 e 2029, exibem um crescimento médio anual de 2,9%, destacando-se o crescimento médio de 7% a.a., incluso aí biomassa e seus resíduos. Dessa forma, estima-se o aumento do percentual de fontes renováveis na matriz energética brasileira, atingindo o patamar de 48% em 2029. Observe que em 2019 a participação foi de 46%. Destaca-se a redução da participação do petróleo e seus derivados na oferta interna total de energia, de 34% em 2019 para 32% em 2029.

Nesse contexto, a cafeicultura brasileira pode ter uma janela de oportunidades de mercado, através do uso de seus resíduos na geração de calor e energia elétrica através do biogás na rota tecnológica da digestão anaeróbica.

Análises laboratoriais das características químicas e térmicas (umidade,

materiais voláteis, cinzas e carbono fixo) mostram que o poder calorífico superior (PCS) para cascas, pó e película estão muito próximos da madeira (Pinto, 2017).

Cada quilograma de resíduo sólido produz aproximadamente um PCS de 19000 KJ/kg (Berni et al., 2018). Além disso, a análise elementar mostrou a alta concentração de carbono e hidrogênio, que estão na faixa de 45,2 a 46,9 % m/m, respectivamente, demonstrando também a existência de elevado potencial bioquímico para a geração de biogás (Pinto, 2017).

Merece destacar que o mapeamento georreferenciado da cultura do café, tende a alavancar a formação de *Bighub* de produtores com vistas a produção de energia descentralizada. Gera-se potência próximo à demand energética com custos competitivos e ambientalmente sustentável.

### **Tecnologias de conversão**

Após a digestão anaeróbia e obtenção do biogás, existem várias opções de tecnologia de geração de energia elétrica. As máquinas térmicas mais comumente usadas nesse tipo de conversão são turbinas a gás e a vapor ou motores de combustão interna ou externa.

Os motores de combustão, que podem ser motores a diesel adaptados para o biogás, são mais populares devido a seu menor custo e maior eficiência. As turbinas a gás apresentam maior eficiência quando em cogeração, isto é, geração de energia elétrica com aproveitamento do calor residual da máquina. Dessa forma a eficiência na conversão energética pode chegar tipicamente até a 89%, comparado com 55% das melhores plantas convencionais sem reaproveitamento do calor (Ferrarez, A.H. et al., 2014).

A simples queima do biogás reduz em 21 vezes a poluição causada pelo metano (CH<sub>4</sub>) (Souza, 2006). A Figura 1 mostra um conjunto motor-gerador a diesel adaptado para o biogás, trifásico de 30 kVA ([www.biogasmotores.com.br](http://www.biogasmotores.com.br)). Neste trabalho, adotou-se como equipamento principal o motor-gerador para estimar a geração de energia elétrica.

A utilização dos conceitos de economia circular em um *Bighub*, pressupõe a implantação de uma biorrefinaria, anexa, aplicada de duas formas: i) indústrias que utilizam como matéria prima a biomassa de outros setores produtivos para conversão em energia, químicos e materiais ou ii) a própria indústria integrada ao seu processo a conversão da biomassa, resultante do seu processo primário, para a produção de energia para próprio consumo e outros bioprodutos de valor agregados.

### **Potencial de Geração de Energia Elétrica (PGE)**

Os parâmetros para a estimativa do potencial de geração de energia elétrica (PGE) através da equação (1), estão apresentados na Tabela 1. Observe que no cálculo do PGE, para os três (3) resíduos focados considera-se que PCS são iguais.

PCS			Produção específica de resíduos sólidos		Total de resíduos sólidos (TRS) (ton/ano)	
KJ/Kg	Kcal/Kg	kWh/Kg	Trcc/Tc	Trpp/Tc	Trcc	Trpp
19.000	4.538	1,26	0,18	0,0022	665.280	8.131

Tabela 1: Parâmetros para estimar o PGE

Obs:Tc = toneladas de café

Trcc = toneladas de resíduos casca de café

Trpp = toneladas de resíduos pó e película

Tri = tonelada de resíduo sólido (i= casca ou pó+película)

$$PGE (kWh) = [PCS \left( \frac{kWh}{kg} \right) * TRS * 1000] \quad \text{equação (1)}$$

Considerando-se que o consumo médio de energia elétrica nas residências brasileiras é de aproximadamente 1900 kWh/ano, com o valor estimado através equação (1) para o PGE, da ordem de 848,5 MWh ter-se-ia a possibilidade de atendimento a aproximadamente 450 mil residências, por um ano.

No tocante a geração de energia elétrica o uso energético de resíduos sólidos da cultura do café, pode deslocar usinas termoeletricas que utilizam fontes fósseis com índices elevados de emissões de GEE.

O Sistema de Informações de Geração ANEEL (SIGA) (ANEEL, 2020), fornece em seu banco de dados a potência outorgada por tipo de combustível e as respectivas participações. Como é característica da matriz de geração elétrica brasileira, o potencial hidráulico tem uma participação de 62,5% do total de potência outorgada. Segue-se a cinética de vento (9,11%), gás natural (8,97%), bagaço de cana de açúcar (6,68%), para daí aparecer, o óleo Diesel com uma participação de 2,58% e uma potência 4.502 MW, seguido do óleo combustível e carvão mineral, respectivamente com potência de 4.051 MW e 3202 MW.

Considerando o aproveitamento energético dos resíduos sólidos da cultura do café, ter-se-ia um deslocamento de 3,0% (98,2 MW) da potência de 3202 MW obtida com o carvão mineral, minimizando o volume de emissões de NOx e impactos ambientais e saúde humana, relacionados com a permeabilidade de membranas celulares. Conforme IEMA (2016), cerca de 95% de todo o NOx advindo de fontes estacionárias, como a termoeletricidade, é emitido como óxido nítrico (NO). Esse elemento se dá de duas diferentes maneiras: NOx térmico ou NOx do combustível. O térmico é o NOx formado por reações entre o nitrogênio e o oxigênio presentes no ar e utilizados na combustão. A taxa de formação deste tipo de NOx é altamente

sensível à temperatura e sua formação torna-se rápida a partir de 1600-2000°C. O NOx do combustível resulta da utilização de combustíveis que contêm nitrogênio orgânico em sua composição, principalmente carvão mineral, óleo combustível e óleo Diesel. As emissões de NOx variam dependendo do tipo de combustível e tecnologia de combustão.

## 7.2 Produção de Bioprodutos

De acordo com a Tabela 1, a cafeicultura brasileira produz anualmente aproximadamente 673,3 toneladas de resíduos sólidos entre: cascas, pó e película, que pode podem ser aproveitadas na produção de novos produtos de alto valor agregado, que não só energia.

Os maiores progressos no reaproveitamento com a valorização de resíduos sólidos da agroindústria do café, foram alcançados na sua utilização para fins industriais, como a produção de energia, a adsorção dos compostos e a fabricação de produtos industriais, como etanol, ácido giberélico e  $\alpha$ -amilase. Nos últimos anos houve um aumento na tentativa de tornar mais eficiente a utilização desses resíduos, cuja disposição no meio ambiente causa sérios problemas de poluição. Com a inovação biotecnológica na área de enzimas e tecnologia das fermentações, novas perspectivas estão sendo criadas, como a possível aplicação desses resíduos como fonte de carbono em bioprocessos para a obtenção de produtos com valor agregado (Pinto, 2017, Dias, 2016).

A cafeína extraída de resíduos sólidos de café é muito utilizada na chamada “química fina” com a produção de produtos, de diversas especialidades com alto grau de pureza e valor agregado, com o uso de tecnologias avançadas (Durán et al., 2017).

O efeito estimulante da cafeína no sistema nervoso central é bastante estudado devido à atuação como inibidor do efeito neuromodulador da adenina, substância responsável pela diminuição das taxas de descargas nervosas espontâneas, o que torna mais lenta a liberação de diversos outros neurotransmissores como o glutamato, ácido -aminobutírico, a acetilcolina e as monoaminas do cérebro. Os efeitos dessa alteração podem ser identificados por meio da agitação típica como o aumento do ritmo cardíaco, alguns vasos sanguíneos se estreitam enquanto outros se dilatam, e certos músculos se contraem mais facilmente. Devido a isso, muitos medicamentos apresentam na sua composição a cafeína, entre aqueles usados para aliviar e prevenir a asma, tratar enxaquecas, aumentar a pressão sanguínea e atuar como diurético, entre outras aplicações (Durán et al., 2017).

Especificamente na indústria química os resíduos do café têm sido usados como matéria-prima para a produção de carvão ativado para atuar como adsorvente para diferentes compostos químicos. De acordo com Durán et al. (2017)

pesquisadores da Universidade de Hong Kong desenvolveram biorrefinarias com o objetivo de reaproveitar os resíduos de café, através da ação de bactérias e fungos que degradam os carboidratos da biomassa do café em açúcares simples foi avaliada, como foco na produção do ácido succínico utilizado na fabricação de sabão em pó e bioplásticos.

Outro produto de maior valor agregado, obtido com reaproveitamento de resíduos sólidos de café são os taninos condensados. Utilizado em diversas aplicações industriais, como por exemplo, no tratamento de água, o tanino pode ser definido quimicamente como um polifenol de alto peso molecular (Almeida et al., 2014). Considerando extrato aquoso em mistura, tem-se uma produção específica para as cascas de café de 101,4 mg/100 g de casca (Carmargo, 2018), tem-se ter-se-ia uma produção anual de aproximadamente 8244 toneladas por ano.

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aproveitamento de resíduos sólidos produzidos nas atividades agrícolas tem avançado em função da conscientização social em preservar o meio ambiente e proporcionar destino adequado aos resíduos oriundos das mais diversas atividades.

Para que essa pratica ocorra cada vez mais, é necessário o desenvolvimento de novos estudos, visando avaliar o potencial destes resíduos sólidos com a obtenção de concentração ideal para que além de lucrativa, seja sustentada ambientalmente.

Em geral, os resíduos sólidos do café representam um ônus ambiental. São gerados em grandes quantidades e possuem fitotóxicos e/ou antinutricionais compostos, casos da cafeína e taninos, que limitam seu uso intensivo, diretamente para aplicações de solo e alimentos. No entanto, eles podem ser uma boa fonte para extrair compostos, que por sua vez, podem ser usados para a indústria química e a produção de energia. Além disso, os resíduos do café são muito ricos em polissacarídeos e contêm proteínas e minerais, o que os torna um produto de alto valor para biotecnologia (Mussato et al., 2011).

O aproveitamento de resíduos sólidos derivados de biomassa, tem sido uma alternativa para a chamada transição energética de fontes fósseis para fontes renováveis, bem como sob a perspectiva de múltiplas opções, visando produzir novos produtos para uso na própria cadeia de valor onde são gerados os resíduos, ou ainda, como matéria prima de outros setores econômicos.

Desta forma, resultados de trabalhos como este, tem por condão, explorar alternativas de futuro de modo a aprimorar o processo de tomada de decisão em políticas energéticas e de mercado. A variedade de possibilidades e a incerteza resultante requer que o agente “decisor” evite escolhas que redundem em trajetórias tecnológicas, que se tornem mais custosas a opção de interromper sua

implementação, caso se mostrem posteriormente equivocadas, fenômeno conhecido como travamento tecnológico.

## AGRADECIMENTOS

Ao NIPE pela estrutura física e disponibilidade de equipamentos e o suporte de seus funcionários e pesquisadores.

## REFERÊNCIAS

Almeida, D. et al., Extração de Tanino da casca de Café, XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, Santa Catarina, 2014, 7 p.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, Sistema de Informações de Geração ANEEL (SIGA), Disponível: <https://www.aneel.gov.br/signa>, Acessado: julho 2020.

Berni, M.D. et al, Exploring opportunities in coffee crop residues: energy recovery and insertion in the energy matrix of Minas Gerais State, Brazil, Conference on Sustainable of Energy, Water and Environment Systems, SDEWES, SDEWES.LA2018.0209, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

Camargo, G. A., Processamento de resíduos do café para obtenção de insumos e produtos, 13 Workshop em Bioeconomia, Nova Indústria da Bioeconomia, Agropolo, Instituto Agrônomico de Campinas (IAC), Campinas, SP, junho, 2018, 29 p.

Castoldi, Gu, Castoldi Ga, PRÉ-PROCESSAMENTO E SECAGEM DE CAFÉ, *IN*: Revista Varia Scientia Agrárias, V. 03, N. 02, 2013, p. 175-193.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), V. 6, SAFRA 2020, N.1, Primeiro levantamento, Disponível em: <http://www.conab.gov.br>, JANEIRO, 2020, 62 p.

Conceição, J. C. P. R. et al., Cadeia Agroindustrial do Café no Brasil: uma análise do período recente, Radar 53, 2017, 6 p.

Dias, M., Aproveitamento de resíduos do processamento de café para produção de carotenoides por leveduras e bactérias, Tese de Doutorado, UFLA, 2016, 121 p.

Durán, C. A. A. et al., Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida, Revista Virtual de Química, ISSN 1984-6835, Vol 9, No. 1, 2017, 28 p.

Echeverria, M. C., M. Nuti, Valorisation of the Residues of Coffee Agro-industry: Perspectives and Limitations, The Open Waste Management Journal, v.10, 2017, 13-22 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Produção Mundial, Disponível: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/46165397/safra-mundial-do-ano-cafeiro-2018-2019-atinge-1745-milhoes-de-sacas#:~:text=do%20total%20global-,A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20caf%C3%A9%20em%20n%C3%ADvel%20mundial%20no%20ano%20cafeiro,milh%C3%B5es%20que%20equivale%20a%2040%25.>, Acessado: julho 2020.

EPE/PDE, Empresa de Pesquisa Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2029. Disponível: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2029>, Acessado julho 2020.

- Ferrarez, A.H. et al. Potencial de Geração de Energia Térmica e Elétrica a Partir dos Resíduos da Avicultura e Suinocultura na Zona da Mata de Minas Gerais, XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Viçosa/MG, 2014.
- Giranda, R. N. Aspectos qualitativos de cafés submetidos a diferentes processos de secagem. Lavras: UFLA, 1998, 83 p.
- Halder P.K., Paul N., Beg M.R.A., Assessment of biomass energy resources and related technologies practice in Bangladesh. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, v.39, 2014; 444–460 p.
- ICO, International Coffee Organization, Statistics, Disponível: [http://www.ico.org/trade\\_statistics.asp](http://www.ico.org/trade_statistics.asp), Acessado: julho 2020.
- IEA, World Energy Outlook 2016, International Energy Agency, Disponível: <http://www.worldenergyoutlook.org/>, Acessado: setembro 2019.
- IEA, Instituto de Economia Agrícola (IEA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, DISPONIBILIDADE E UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSAMENTO AGROINDUSTRIAL DO CAFÉ, Disponível: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=1132>, Acessado: julho 2020.
- IEMA, Instituto de Energia e Meio Ambiente, [www.energiaeambiente.org.br](http://www.energiaeambiente.org.br), Geração termoelétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle, Série TERMOELETRICIDADE EM FOCO, 2016, 38 p.
- MME, Ministério de Minas e Energia, Biomassa na Matriz Energética, Disponível: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>, Acessado: julho 2020.
- Mussato, S. I., A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds, *Carbohydrate Polymers*, Volume 83, Issue 2, January, 2011, 368-374.
- Nabais, J. M. V. et al. Production of activated carbons from coffee endocarp by CO<sub>2</sub> and steam activation. **Fuel Processing Technology**, v. 89, n. 3, p. 262-268, 3// 2008.
- Nogueira, C. E. C., Souza, S. N. M., Micuanski, V. C., Azevedo, R. L., Exploring Possibilities of energy from vinasse biogás in the energy matrix of Paraná State, Brazil, *Renewable Sustainable Energy Reviews*, v.48, 2015; 300-305 p.
- Pinto, M.P.M., Valorização e Aproveitamento Através da Tecnologia de Digestão Anaeróbia de Resíduos de Café, Dissertação de Mestrado, FEA, UNICAMP, 2017, 105 p.
- Silva, J. S.; Sampaio, C. P.; Machado, M. C.; Lo Monaco, P. A. Preparo, secagem e armazenagem do café. In: SILVA, J. S. Secagem e armazenagem de Café: Tecnologia e Custos. Viçosa: Ed. Jard., 2001. p. 01-60.
- Souza, R. G., Desempenho do conjunto motogerador adaptado a biogás, dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, Mestrado em Engenharia Agrícola, Lavras, 2006, 52 p.
- [www.biogasmotores.com.br](http://www.biogasmotores.com.br), Acessado: julho 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção de água 22, 27, 29, 31, 32  
Acessibilidade 193, 248, 249, 253, 254, 255, 256  
Aço inoxidável AISI 304 124  
Agroindústrias familiares 193, 197, 199, 201  
Agronegócio 203, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 212, 215, 216, 217  
AHSS 137, 138, 139, 144, 146  
Alimentos 19, 42, 53, 156, 165, 168, 193, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 206, 208  
Alvenaria estrutural 225, 226, 227, 228, 229, 231, 232, 233  
Amazônia 218, 219, 224  
Análise de deformação 124  
Aplicativo 252, 253, 257, 262, 263, 264, 268  
Ataques químicos 137, 142, 143, 144, 146

### B

Bacaba 148, 149  
Baja 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 245, 246, 247  
Barragem 23, 92, 188, 189, 190, 191, 192  
Biocombustível 177, 178  
Bioenergia 10, 11, 149, 168  
Biomassa 10, 11, 15, 16, 19, 21, 42, 45, 69  
Biotecnologia 19, 186, 205, 206, 207, 209, 210, 211, 215, 216  
Bloco ecológico 22, 26

### C

Café 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 46, 278  
Calibração 120, 122, 123  
Caracterização 2, 24, 27, 28, 29, 34, 36, 37, 38, 78, 102, 104, 113, 115, 116, 123, 135, 137, 142, 143, 145, 146, 152, 153, 174, 185, 189, 227, 272, 298  
Células solares 94, 96, 148, 149, 150, 151, 152, 153  
Coleta seletiva 1, 2, 3, 4, 5, 6, 50, 54  
Comportamento mecânico 124, 125, 126, 140  
Conforto 26, 56, 59, 64, 77, 78, 257, 259, 264, 269, 274

Correlação digital de imagens 12, 124, 126, 127, 128, 132, 135

CSSC 148, 150, 151, 152, 153

## **D**

Deficiência visual 248, 249, 250, 252, 254, 255

Diâmetro da cepa 218, 224

## **E**

Eletrofiação 93, 94, 97, 98, 100

Energia renovável 10, 42

Engenharia 20, 21, 25, 41, 42, 44, 46, 54, 55, 80, 94, 95, 125, 146, 156, 175, 192, 224, 225, 232, 234, 235, 238, 240, 245, 246, 254, 269, 270, 271, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 298

Ensino superior 234, 235, 248, 249, 252, 254, 276, 281, 283

Enzimas ligninolíticas 166, 167, 168, 173

Estabilidade oxidativa 177, 181

Estacionamento 269, 270, 271, 272, 273, 274

Extrato natural 177

## **F**

Fiscalização 218, 219, 223, 224, 225, 232

Fluxo de caixa 234, 236, 237, 243, 244, 246

Fonte de energia 8, 10, 11, 44, 149

Força 23, 98, 120, 121, 122, 123, 132, 278, 285, 286

Fungos 19, 156, 166, 167, 168, 169, 173, 180

## **G**

Gestão 3, 23, 33, 34, 35, 40, 41, 42, 53, 192, 202, 203, 204, 208, 217, 227, 236, 243, 279, 298

Gestão de resíduos 41, 42

## **I**

Irrigação 188, 189, 190, 192

## **L**

Laboratórios de informática 56, 59, 60, 61, 62, 63

Largura de faixa 269

Lipases 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 164

## **M**

Madeira 16, 22, 66, 67, 68, 69, 70, 78, 79, 166, 167, 175, 224  
Manifestações patológicas 225, 227, 228, 232  
Método das diferenças finitas 80, 92  
Método dos elementos finitos 80  
Microestrutura 124, 126, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146  
Mineração 22, 23, 24, 25, 32, 33  
Miniônibus 257, 262, 263, 264  
Mitigação ambiental 8  
Mobilidade 102, 108, 110, 116, 117, 235, 248, 249, 253, 254, 257, 262, 264, 265, 267, 268, 270, 271, 274, 275  
Mulheres 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291

## **O**

Óleo de baru 155, 165  
Óxidos metálicos 102, 103, 104, 113, 117

## **P**

Paratransit 257  
Patauá 148  
Patentes 205, 206, 207, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215  
Placas cimentícias 66  
Planejamento experimental 155, 158, 159, 160, 166, 169, 170, 171, 172  
Plano de negócio 235, 236, 242, 243, 245, 247  
Processamento 8, 9, 10, 13, 14, 20, 21, 25, 67, 68, 93, 97, 98, 102, 103, 104, 111, 117, 126, 127, 130, 140, 156, 195, 197, 206, 240, 292  
Produção de Taninos 8

## **R**

Rastreabilidade 120, 123  
Resíduo 14, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 47, 151, 152, 157, 177, 179, 180, 181, 183, 184, 185  
Resistência à compressão 22, 27, 29, 31  
Ruído 56, 57, 58, 59, 64, 65

## **S**

Salas de aula 3, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 288

Saneamento 41, 42, 54, 55, 278  
Segurança alimentar 193, 197, 202, 203, 205, 209, 215  
Semicondutores 95, 102, 104, 150  
Sensores 94, 95, 98, 103  
Shopping Center 34, 35, 36, 41  
Sistema de medição 120, 121, 122, 123  
Smart materials 93, 94, 96, 100  
Soldagem MIG 124  
Sustentabilidade 1, 2, 9, 11, 42, 66, 153, 216, 237, 265, 267, 271

## **T**

Tecnologias 10, 16, 18, 64, 66, 205, 211, 214, 215, 216, 248, 255, 264, 278, 279  
Temperatura 13, 18, 25, 52, 67, 69, 70, 71, 74, 75, 77, 80, 94, 95, 97, 102, 111, 112, 114, 115, 117, 128, 140, 141, 158, 159, 166, 168, 173, 174, 177, 178, 180, 220, 228, 232, 240  
Tensões térmicas 80, 128  
Termomecânicos 80, 92  
Transistores 102, 104, 105, 108, 111, 116, 117  
Transporte coletivo sob demanda 257, 258, 259, 262, 264, 266  
Tratamento de efluente 166

## **V**

Vegetação 188, 189, 190, 221  
Veículos off-road 235, 236, 237, 238  
Velocidade 69, 130, 166, 173, 240, 269, 270, 273, 274  
Viabilidade econômica 234, 236, 245, 246

# Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2

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

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2

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

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 