

# 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 Cremo

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 3

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

*Data de aceite: 01/10/2020*

*Data de submissão: 01/07/2020*

### **Jéssica Azevedo Coelho**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás  
Uruaçu - GO  
<http://lattes.cnpq.br/7619220931918842>

### **Aline Rodrigues da Silva Lira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás  
Uruaçu - GO  
<http://lattes.cnpq.br/0936171986239596>

### **Aryágilla Phaôla Ferreira da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás  
Uruaçu - GO  
<http://lattes.cnpq.br/5807779835181467>

**RESUMO:** Boa parte dos recursos extraídos da natureza são utilizados pelo setor da construção civil tanto in natura quanto nas mais diversas formas e graus de beneficiamento. Excetuando os materiais de construção cuja fonte primária é a madeira todos os outros tem a sua origem nos processos de mineração. Esse processo envolve grande produção de resíduo e sua deposição, adequada ou não, provoca grandes impactos ambientais, o que torna cada vez mais urgente a busca por maneiras de reutilizá-los. Surge, então, a ideia de utilizar este material para a fabricação de blocos ecológicos, material amplamente utilizado na construção civil principalmente em

paredes aparentes. Desta maneira, este trabalho se propôs a avaliar o desempenho de blocos produzidos com a utilização do resíduo de cobre e ouro nas proporções de 30%, 50%, 70% e 100%. Foi avaliado o desempenho das amostras produzidas quanto a resistência à compressão simples (RCS), absorção de água (AA) e análise dimensional. Ao final, observou-se que, de forma geral, a adição do resíduo provocou um acréscimo na RCS e que melhorou os índices de AA, mesmo que estes não tenham alcançado a resistência estabelecida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mineração, resíduo, bloco ecológico, resistência à compressão simples, absorção de água.

### ANALYSIS OF THE FEASIBILITY OF REUSING RESIDUES FROM COPPER AND GOLD MINING FOR THE MANUFACTURE OF COMPACTED EARTH BLOCKS

**ABSTRACT:** Much of the resources extracted from nature are used by the civil construction sector both naturally and in the most diverse forms and degrees of improvement. Except for construction materials whose primary source is wood, all others have their origins in mining processes. This process involves a large production of waste and its deposition, whether appropriate or not, causes major environmental impacts, which makes the search for ways to reuse it increasingly urgent. Then, the idea arises to use this material for the manufacture of ecological blocks, a material widely used in civil construction mainly on exposed walls. In this way, this work

proposed to evaluate the performance of blocks produced with the use of copper and gold waste in the proportions of 30%, 50%, 70% and 100%. The performance of the samples produced was evaluated for resistance to simple compression (RSC), water absorption (WA) and dimensional analysis. In the end, it was observed that, in general, the addition of the residue caused an increase in the RSC and that it improved the WA indexes, even if these did not reach the established resistance.

**KEYWORDS:** Mining, waste, ecological block, simple compressive strength, water absorption.

## 1 | INTRODUÇÃO

Desde 2015, quando houve o fatídico rompimento das barragens de rejeitos localizadas no município de Mariana-MG e mais recentemente, em janeiro de 2019, com o rompimento da barragem de rejeito de Brumadinho-MG, intensificou-se os questionamentos relativos ao volume de resíduo produzido pela atividade de mineração assim como, questionamentos sobre os procedimentos de deposição adotados para estes.

Tais questionamentos encontram força na ideia de que se houvesse um maior controle do volume e forma da deposição desses materiais seria possível diminuir os impactos ambientais gerados por eles.

Seguindo este raciocínio, uma das formas de minimizar problemas causados pela deposição dos resíduos de mineração é promover a sua reciclagem. O próprio setor mineral já avalia que “cabe colocar a necessidade de projetos de P&D&I [...] para identificar novos usos para os resíduos gerados” (IBRAM, 2016, p. 13).

Tal entendimento também sofreu tentativa de materialização com o Projeto de Lei 3940 de 2015, que dispunha sobre a destinação e a disposição final dos resíduos sólidos e rejeitos da mineração e fez com que a temática fosse discutida na Comissão de Desenvolvimento Econômico da Câmara, onde a ideia era de que 25% dos resíduos sólidos de mineração fossem utilizados na produção de artefatos da construção civil. Tal demanda se amparava no fato de que as barragens são entendidas como estruturas complexas, que trazem custos permanentes e que necessitam de grande gestão de risco, o que faz com que qualquer redução de volume de rejeito reflita diretamente na redução de custo de manutenção da mesma. (CANUTO, 2017).

Esses dados corroboram para elucidar o quão grande é o impacto ambiental gerado pela indústria da construção, impacto ambiental este definido pela NBR ISO 14001 (ABNT, 2004) como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização”.

Conhecendo, então, a necessidade de reduzir os impactos causados pelo depósito de resíduos gerados pela mineração, surgiu a ideia de analisar a viabilidade

da utilização desses resíduos como agregado na fabricação de blocos ecológicos.

## 1.1 O cenário da mineração no Brasil

O Brasil é o quinto país de maior extensão territorial do mundo e, dentro de suas fronteiras, é possível encontrar grande diversidade de pessoas, animais, ecossistemas e minérios. Com toda essa variedade, o país torna-se propício à existência de jazidas distintas quanto ao minério produzido.

Através do Índice de Produção Mineral (IPM), promovido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2015), é possível analisar a variação da quantidade de minério produzida no país. Este estudo é realizado a cada semestre e comparado ao mesmo período do ano anterior, o que leva à consequente caracterização do crescimento mineral. A pesquisa relacionada ao segundo semestre de 2015 informa que a produção mineral aumentou 6,3% quando comparada ao ano de 2014.

Ainda de acordo com a pesquisa citada, este crescimento mineral “foi alcançado, sobretudo em função do aumento na quantidade produzida do minério de ferro, cobre, níquel e alumínio, além do cromo” (DNPM, 2015).

Como exemplo da grande produção de minério de cobre, além do ouro, tem-se a mina Chapada, localizada no município de Alto Horizonte (GO). A mina pertence à Mineração Maracá Indústria e Comércio (MMIC), e foi o primeiro grande empreendimento da empresa Yamana Gold no Brasil.

Segundo o IBRAM, em 2007, ano em que a Mineração Maracá entrou em operação na cidade mencionada, o Produto Interno Bruto do município apresentou um crescimento de 1267,9% quando comparado ao ano anterior. Neste período, Alto Horizonte, que estava no 177º lugar entre as cidades mais ricas do estado de Goiás, passou a ocupar a 30ª posição graças à atividade mineradora.

## 1.2 Aspectos ambientais

Diante deste cenário de grande produção de minério, tem-se como consequência a geração de resíduos também em larga escala. De acordo com o IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2012), no decênio 1996-2005, a quantidade de resíduos produzidos pela mineração aumentou de 202 milhões de toneladas para 290 milhões de toneladas e a previsão é de que, até 2030 esse valor chegue a 684 milhões de toneladas. De acordo com dados fornecidos pela MMIC, no período de 2007 a 2017 foram acumulados mais de 190 milhões de toneladas de resíduo apenas na mina Chapada.

Tentando amenizar os impactos causados, o Governo busca meios de gerenciar essa produção de resíduos. Como exemplo, temos a Resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986 que estabelece em seu Art. 2º que o licenciamento para atividades transformadoras do meio ambiente dependerá da elaboração de

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), objetivando analisar os possíveis impactos que serão causados com a instalação de um empreendimento.

No caso de uma mineradora é o EIA/RIMA que traz um diagnóstico da depreciação causada, entre outros, pela deposição de resíduos. Além do EIA/RIMA, vários outros procedimentos devem ser tomados pela mineradora desde o processo de planejamento até seu fechamento.

### 1.3 Resíduo

Na atividade de mineração, existem dois tipos principais de resíduos sólidos: os estéreis e os rejeitos. Os estéreis são os materiais escavados, gerados pelas atividades de extração (ou lavra) no decapeamento da mina, não têm valor econômico e ficam geralmente dispostos em pilhas. Os rejeitos são resíduos resultantes dos processos de beneficiamento a que são submetidas às substâncias minerais. (IPEA, 2012)

De acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004), os resíduos são divididos em:

- Resíduos Classe I: Perigosos
- Resíduos Classe II: Não Perigosos

Ainda conforme a norma citada, os resíduos de classe II ainda são subdivididos em inertes e não inertes. Para os resultados que se desejam alcançar nessa pesquisa, os resíduos inertes são mais viáveis, tendo em vista que estes são definidos como:

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor [...]. (ABNT 10004, 2004, p. 5)

O resíduo resultante da extração de cobre e ouro feita pela mina Chapada é considerado de classe II – inerte. Após o processamento do minério, o resíduo passa pela fase de Cicloneamento que o divide de acordo com sua granulometria, resultando no underflow (resíduo com menos de 20% de partículas finas) e overflow (granulometria mais fina).

De acordo com análise feita pelo Laboratório Técnico e Engenharia LTDA (LTEC) sob interesse da Mineração Maracá, a granulometria do resíduo, sendo classificado como uma areia siltosa, cujos percentuais da sua composição são: argila (0%), silte (21,05%) e areia (78,95%)

## 1.4 Bloco de terra compactada

Blocos são elementos de alvenaria utilizados através da união dos mesmos usando ou não argamassa de ligação. São dispostos em fiadas horizontais e sobrepostos uns sobre os outros formando, assim, um conjunto coeso e rígido. Entre os blocos existentes o mais usual é o bloco cerâmico, porém outros tipos podem ser encontrados no mercado como, por exemplo, o bloco de concreto e o bloco de terra compactada, também conhecido por bloco ecológico ou bloco de solo-cimento.

O bloco de terra compactada é feito utilizando uma mistura de solo e cimento, que logo em seguida é prensada e seca ao ar livre. De acordo com a NBR 10833 (ABNT, 2012), a cura ocorre por 7 dias após a moldagem dos blocos. O processo de secagem substitui a queima, como é feito no bloco cerâmico convencional, que resultaria em desmatamentos para produção de lenha e em lançamento de resíduos tóxicos no meio ambiente. Sendo assim, percebe-se que a fabricação destes blocos pode mitigar os danos ambientais causados pelas obras.

Este bloco, desde que alcance a resistência estabelecida em projeto, pode ser empregado em qualquer tipo de construção, de modo a substituir os blocos cerâmicos convencionais. Esta substituição não traz prejuízo algum para a edificação, visto que permite o uso de qualquer revestimento, assim como os blocos comuns, e ainda há possibilidade de utilização de paredes aparentes se estas possuírem tratamento adequado para proteção contra a chuva.

Seu processo de fabricação faz com que os blocos sejam dotados de dois furos internos (Figura 7) que permitem embutir as redes hidráulica e elétrica sem a necessidade de cortes na alvenaria. Ademais, traz conforto térmico, acústico e visual para a construção.



Figura 1: Bloco ecológico

Fonte: <https://www.ecycle.com.br/392-tijolo-ecologico>.

Para a fabricação desses blocos, é necessário que o solo atenda alguns critérios básicos estabelecidos na NBR 10833 (ABNT, 2012), visando a perfeita coesão com o cimento e o alcance dos parâmetros determinados pela NBR 10834 (ABNT, 2012). Sendo assim, o solo deve obedecer aos seguintes quesitos:

- 100% passando pela peneira ABNT 4,75mm;
- 10% a 50% passando pela peneira ABNT 0,075mm;
- Limite de liquidez  $\leq 45\%$ ;
- Índice de plasticidade  $\leq 18\%$ .

O traço a ser utilizado para a fabricação de blocos ecológicos varia de acordo com o tipo de solo. Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), solos arenosos quase sempre necessitam de quantidade menores de cimento, quando comparados a solos argilosos e siltosos. De qualquer forma, a presença de argila é necessária para permitir que o desmolde dos blocos e manuseio seja feito sem que haja danos na sua forma.

Ainda de acordo com a ABCP, para esse tipo de tijolo, devem ser evitados, solos que contenham matéria orgânica, tendo em vista que isso pode prejudicar a hidratação do cimento e então fazer com que o material não atinja a resistência esperada. Pode acontecer de um solo, por si só, não ter as características necessárias, desta forma, pode-se misturar dois ou mais tipos de solo para que o resultado se enquadre nas especificações. Toda essa caracterização dos solos deve ser feita através de ensaios laboratoriais, caso não seja possível, existem métodos práticos para essa seleção.

Segundo a NBR 10834 (ABNT, 2012), para o uso dos blocos na execução de alvenaria, estes precisam ter no mínimo 14 dias de idade e as dimensões nominais do bloco são 30x15x15 cm, porém estas podem apresentar variações. Após ensaiados, conforme determina a NBR 10836 (ABNT, 2013), as dimensões dos blocos devem obedecer a uma tolerância de  $\pm 1$ mm.

No caso de o bloco conter furos, estes devem ter seus eixos orientados perpendicularmente à face de assentamento e a parede do furo deve ter espessura mínima de 25 mm.

Existem alguns ensaios necessários para que a qualidade do bloco seja garantida, são eles: análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água. A NBR 10836 (ABNT, 2013) estabelece quais são os métodos e aparelhagem utilizados para a realização destes ensaios de forma que os blocos atendam às especificações.

## 2 | OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi verificar a viabilidade da incorporação de resíduo de cobre e ouro para a produção de blocos de terra compactada.

### 3 | METODOLOGIA

Haja vista que a pesquisa em questão tem um caráter essencialmente laboratorial, buscou-se amparo para os métodos nas normatizações brasileiras previstas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e outros documentos técnicos de reconhecido valor científico. O programa experimental se deu com base nos procedimentos apresentados na Figura 2 a seguir.

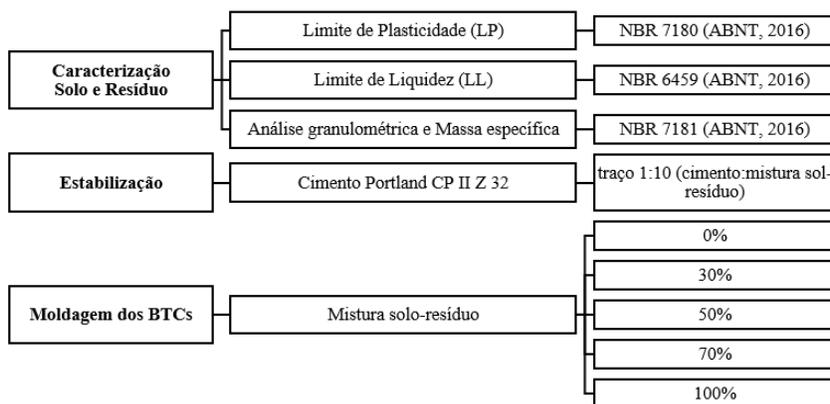


Figura 2 - Procedimentos laboratoriais

Fonte: As autoras.

Inicialmente, coletou-se o solo em um terreno na Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, loteamento Novo Rio, no município de Uruaçu-GO. Solo este que, após ensaios de caracterização foi classificado, por meio do Diagrama Triangular de Feret, em uma areia siltosa, cujos percentuais constituíam em argila (0%), silte (21,05%) e areia (78,95%) e massa específica de 2,74 g/cm<sup>3</sup>.

Já o resíduo, resultante da extração de cobre e ouro feita pela mina Chapada, no município de Alto Horizonte – GO, considerado de classe II – inerte, foi caracterizado como areia (Figura 3), portanto sem plasticidade. Sua massa específica foi de 2,81 g/cm<sup>3</sup>.

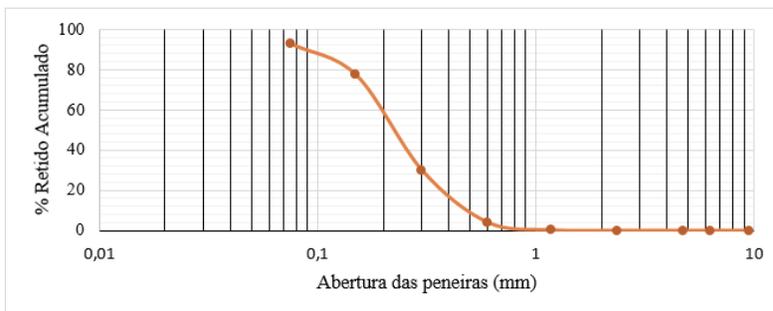


Figura 3 - Curva granulométrica do resíduo

Fonte: As autoras.

Após a caracterização, com o objetivo de atingir a máxima resistência dos BTCs, foram realizados ensaios de compactação em cada uma das misturas, para que então, estes fossem moldados com o teor de umidade ótima. Para a moldagem dos blocos, fez-se uso de uma prensa da linha Eco Brava. Os tijolos ecológicos, após a moldagem foram submetidos à secagem à sombra, por sete dias, de acordo com as recomendações da NBR 10833 (ABNT, 2012).

Para cada traço adotado foram moldados 10 BTCs, onde todos foram submetidos à análise dimensional e, posteriormente, 7 delas foram sujeitas ao ensaio de resistência à compressão simples (RCS) e as outras 3 ao ensaio de absorção de água (AA).

Em seguida foram realizados os testes de absorção de água, de resistência à compressão simples e análise dimensional, conforme NBR 10836 (ABNT, 2013), a fim de analisar as propriedades alcançadas com a utilização desta matéria-prima.

Os critérios verificados para a aceitação dos tijolos ecológicos foram os dispostos na NBR 10834 (ABNT, 2013).

## 4 | RESULTADOS

Ao se avaliar a consistência das misturas, notou-se que os percentuais de 0% e 30% obtiveram melhor comportamento, tendo em vista que os com percentuais de 50% e 70% se mostraram não plásticos e o de percentual igual a 100% nem possibilitou a aferição (Tabela 1).

Percentual de incorporação	Limite de Liquidez	Limite de Plasticidade	Índice de Plasticidade	Classificação
0%	34,49%	26,79%	7,70%	Plasticidade Mediana
30%	25,69%	11,28%	14,41%	Plasticidade Mediana
50%	22,41%	-	-	Não Plástico
70%	20,75%	-	-	Não Plástico

Tabela 1 - Consistência das misturas solo-resíduo

Pode-se observar também pelos valores de IP's, que mesmo entre os dois percentuais ditos ideais para a produção dos blocos, a mistura que consta com 30% de substituição se sobressai à de 0%, tendo em vista que seu valor se aproxima do limite de transição para misturas altamente plásticas enquanto a mistura de 0% está no outro extremo, próxima à transição para comportamentos não plásticos.

Para que os blocos pudessem se enquadrar dentro dos valores de altura comerciais, foi necessário realizar o ajuste da umidade de moldagem, conforme Gráfico 1, a seguir.

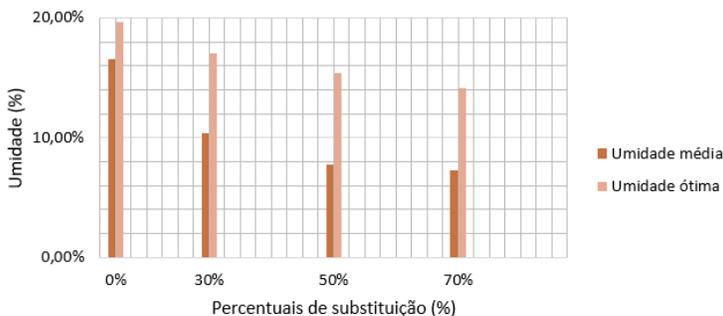


Gráfico 1 - Comparação entre as curvas de Compactação de cada % de resíduo

Fonte: As autoras.

Diante da inexistência da plasticidade promovida pelo solo, os blocos com 100% de substituição do resíduo não puderam ser moldados, se desintegravam já na tentativa de retirada da prensa (Figura 4).



Figura 4 - Bloco com 100% de resíduo (a) antes do manuseio (b) após a tentativa de manuseio

Fonte: As autoras.

Os outros blocos foram submetidos aos ensaios de compressão simples e absorção de água, apresentando os resultados demonstrados no Gráfico 2 e na Tabela 2, respectivamente.

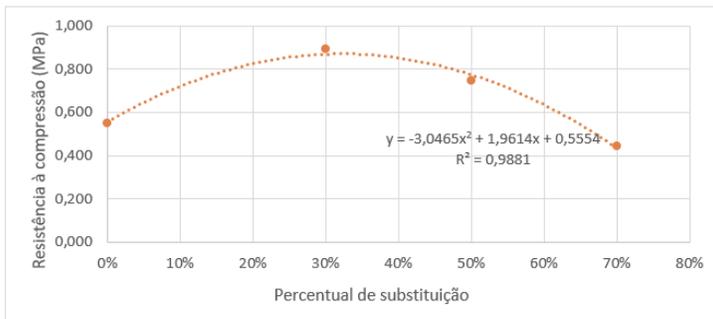


Gráfico 2 - Resistência à compressão simples média por percentual de substituição

Fonte: As autoras.

Percentual	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	A.A. bloco (%)	A.A. média (%)
0%	2757,5	3503,4	27,050	26,075
	2909	3638	25,060	
	2833,6	3573,6	26,115	
30%	<b>3028,1</b>	<b>3671,1</b>	<b>21,234</b>	<b>20,961</b>
	3109,7	3744,6	20,417	
	3035,4	3679,9	21,233	

	3105,2	3710,9	19,506	
50%	3066,9	3692,4	20,395	20,244
	3066,3	3705	20,830	
	2913,4	3537,2	21,411	
70%	3107,3	3711,3	19,438	20,423
	3022,3	3639,4	20,418	

Tabela 2 - Absorção de Água

## 5 | CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, pode-se observar que os blocos não alcançaram a resistência estabelecida pela NBR 10834 (ABNT, 2012), porém não se pode associar isso ao fato de ter sido acrescentado o resíduo da mineração, visto que mesmo os blocos que não contêm a adição de resíduo não alcançaram os valores limites de RCS e que a adição de 30% deste material proporcionou ao bloco um acréscimo na RCS.

Além disso, foi adotado um traço inicial de 1:10 seguindo uma orientação da ABCP, visto que a norma não estabelece a quantidade de cimento adequada e não foi realizado um estudo da dosagem ideal de cimento, visto que tal estudo se tornaria inviável em relação ao tempo destinado à apresentação dos resultados obtidos.

Vários fatores podem ter influenciado os resultados, como, por exemplo, a necessidade de adaptação na prensa para a distribuição das forças, tendo em vista que, na cidade de Uruaçu, não existem prensas ideais para o rompimento de blocos.

Observando-se os testes de compactação, é possível perceber que, o solo possui baixa densidade máxima seca e que, o acréscimo do resíduo proporcionou um aumento desse valor, o que, conseqüentemente, aumenta a resistência inicial do solo. Porém, devido ao fato de o resíduo possuir granulometria mais fina que o solo, o acréscimo de resíduo, promoveu aumento na quantidade de finos e diminuição (percentual) da quantidade de argila presente no solo, fazendo com que a área de contato entre as partículas aumentasse, sendo necessário mais cimento para aglomerar as mesmas.

Entretanto, a adição do resíduo, proporcionou uma melhora nos índices de absorção de água, mesmo que estes não tenham alcançado o previsto pela norma. Acredita-se que, através de nova dosagem de cimento, esse teor seja reduzido.

Quanto à Análise Dimensional, a adição do resíduo não provocou alterações nos valores encontrados, mantendo, assim, a dimensão trabalhada.

Por fim, nas condições estabelecidas por esta pesquisa, o resíduo da

mineração de cobre e ouro não se apresentou como alternativa viável de incorporação nos BTCs, entretanto, sugere-se como pesquisa futura, o estudo quanto à dosagem ideal de cimento para o percentual que apresentou desempenho mais satisfatório (30%), bem como a utilização de outro solo que apresente características mais plásticas, objetivando alcançar os requisitos determinados pela NBR 10834 (ABNT, 2012).

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 10834**: Bloco de solo-cimento sem função estrutural: Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 6459**: Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 7180**: Solo — Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 7181**: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14001**: Sistemas da gestão ambiental: Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

CANUTO, Luiz Cláudio. **Debatedores divergem sobre uso de resíduos sólidos da mineração na construção civil**. Brasília, 2017. Disponível em: <[encurtador.com.br/pqHOV](http://encurtador.com.br/pqHOV)>. Acesso em: 15 jun. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **INFORME MINERAL**. Brasília: Julho – Dezembro de 2015. Disponível em: <[http://www.dnrm.gov.br/dnrm/informes/informe-mineral-2\\_2015.pdf](http://www.dnrm.gov.br/dnrm/informes/informe-mineral-2_2015.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2015**. Brasília: 2015. Disponível em: <[encurtador.com.br/yFPT2](http://encurtador.com.br/yFPT2)>. Acesso em: 11 jun. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Atividade de Mineração de Substâncias Não Energéticas: Relatório de Pesquisa**. Brasília: 2012. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814\\_relatorio\\_atividade\\_mineracao.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814_relatorio_atividade_mineracao.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2016.

## 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) 