

# **Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País 2**

Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira  
(Organizadores)

# **Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País 2**

Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira  
(Organizadores)

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

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

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Dr. Adailson 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
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  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
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 Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Livia 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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



## Ciências exatas e da terra: aprendizado, integração e necessidades do país 2

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Kimberlly Elisandra Gonçalves Carneiro  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira

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

C569 Ciências exatas e da terra: aprendizado, integração e necessidades do país 2 / Organizadores Américo Junior Nunes da Silva, André Ricardo Lucas Vieira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-961-5

DOI 10.22533/at.ed.615211404

1. Ciência. 2. Tecnologia. I. Silva, Américo Junior Nunes da (Organizador). II. Vieira, André Ricardo Lucas (Organizador). III. Título.

CDD 500

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político e social. É comum considerarmos ciência e tecnologia motores do progresso que proporcionam não só desenvolvimento do saber humano, mas, também, uma evolução real para o homem.

Sendo assim, precisamos de uma imagem de ciência e tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico–tecnológico, entendido como produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Seu contexto histórico deve ser analisado e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva para mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e os outros.

Hoje, estamos vivendo um período, por conta do contexto da Pandemia provocada pelo Novo Coronavírus, onde os olhares se voltam a Ciência e a Tecnologia. Antes de tudo isso acontecer os conhecimentos produzidos em espaços acadêmicos, centros de pesquisa e laboratórios, por exemplo, tem buscado resposta para problemas cotidianos, em busca de melhorar a vida da população de uma forma geral.

É nesse ínterim que este livro, intitulado “Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País 2”, em seu segundo volume, reúne trabalhos de pesquisa e experiências em diversos espaços, com o intuito de promover um amplo debate acerca das diversas áreas que o compõe.

Por fim, ao levar em consideração todos esses elementos, a importância desta obra, que aborda de forma interdisciplinar pesquisas, relatos de casos e/ou revisões, reflete-se nas evidências que emergem de suas páginas através de diversos temas evidenciando-se não apenas bases teóricas, mas a aplicação prática dessas pesquisas.

Nesse sentido, desejamos uma boa leitura a todos e a todas.

Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

STABILITY EVALUATION OF SEQUENTIAL ESTIMATORS APPLIED TO ORBIT DETERMINATION: SIGMA-POINT AND EXTENDED KALMAN FILTERS

Paula Cristiane Pinto Mesquita Pardal

Rodolpho Vilhena de Moraes

Helio Koiti Kuga

**DOI 10.22533/at.ed.6152114041**

### **CAPÍTULO 2..... 16**

VARIAÇÃO DO NÍVEL DA ÁGUA E DA SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA EM POÇOS DE MONITORAMENTO NA ÁREA DE UM ATERRO SANITÁRIO

Willian Fernando de Borba

José Luiz Silvério da Silva

Edner Baumhardt

Éricklis Edson Boito de Souza

Pedro Daniel da Cunha Kemerich

Gabriel D'ávila Fernandes

Mateus Guimarães da Silva

Fernando Ernesto Ucker

**DOI 10.22533/at.ed.6152114042**

### **CAPÍTULO 3..... 30**

DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM TERMÔMETRO DE SENSAÇÃO TÉRMICA NO IFSC CAMPUS URUPEMA

Glauco Cardozo

Marcos Roberto Dobler Stroschein

Enzzo Comassetto

**DOI 10.22533/at.ed.6152114043**

### **CAPÍTULO 4..... 33**

DESIGN REGENERATIVO E DIREITO AMBIENTAL: CONSTRUÇÃO DE PONTE PARA A ECONOMIA CIRCULAR

Marcos Paulo Marques Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.6152114044**

### **CAPÍTULO 5..... 49**

O QUE ESTAMOS PRODUZINDO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO SOBRE TECNOLOGIA ASSISTIVA NO BRASIL?

Fernanda do Nascimento Maia

Renan Carvalho

Clara Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.6152114045**

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>56</b>
<b>TREINAMENTOS EM REALIDADE VIRTUAL VOLTADOS PARA ORGANIZAÇÕES DE ALTA CONFIABILIDADE</b>	
Diego de Jesus Penaforte Parreiras André Ribeiro de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6152114046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
<b>ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS SIMPLIFICAÇÕES REALIZADAS NAS EQUAÇÕES CINEMÁTICAS DO SATÉLITE CBERS</b>	
Roberta Veloso Garcia Hugo Henrique Valim de Lima Campos Hélio Koiti Kuga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6152114047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>77</b>
<b>A ENGENHARIA AMBIENTAL NO ESTUDO DA EROSIÃO DE PRAIAS ASSOCIADOS AOS IMPACTOS DAS CONSTRUÇÕES NA ZONA COSTEIRA NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL</b>	
Glacianne Gonçalves de Oliveira Maia Márcio Roberto de Paula da Fonseca Luis de Carvalho Feitosa Neto Lucas Barbosa Fernandes Vitória Lima Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6152114048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>84</b>
<b>GÊNESE DE LINHAS DE PEDRA ATRAVÉS DE INFERÊNCIAS PALEOAMBIENTAIS NO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL, SUDESTE DO BRASIL</b>	
Heloisa Helena Gomes Coe André Luiz Carvalho da Silva Amanda Pacheco Seixas Igo Fernando Lepsch Mauro Parolin Kita Macario	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6152114049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>103</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO DE FOLHAS DE ALUMÍNIO DE USO DOMÉSTICO POR EDXRF</b>	
Carlos Augusto da Mata Bittencourt Junior Joaquim Teixeira de Assis Marcelino José dos Anjos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.61521140410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>110</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E PRODUTIVA DA VINAGREIRA VERDE COM DIFERENTES ADUBAÇÕES NPK</b>	
Vinícius Junqueira Minjoni	

Luis Felipe Lima e Silva  
José Ricardo Mantovani

**DOI 10.22533/at.ed.61521140411**

**CAPÍTULO 12..... 120**

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES COM FOTOCOPIADORAS  
UTILIZANDO *TRADESCANTIA PALLIDA***

Ana Luisa Santos de Carvalho  
André Búrigo Leite  
Luciano da Silva Lima

**DOI 10.22533/at.ed.61521140412**

**CAPÍTULO 13..... 135**

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS TÊXTEIS PROVENIENTES DO POLO DA MODA  
DO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO NO DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS DE  
POLIPROPILENO**

Nancy Isabel Alvarez Acevedo  
Rafael Gelson Ismério Cler  
Marisa Cristina Guimarães Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.61521140413**

**CAPÍTULO 14..... 148**

**AVALIAÇÃO DA AADIÇÃO DO TALCONAS PROPRIEDADES TÉRMICAS E MORFOLÓGICAS  
DE MISTURAS DE POLIPROPILENO COM ELASTÔMERO TERMOPLÁSTICO**

Carlos Ivan Ribeiro de Oliveira  
Marisa Cristina Guimarães Rocha  
Joaquim Teixeira de Assis  
Ana Lúcia Nazareth da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.61521140414**

**CAPÍTULO 15..... 160**

**SOLUÇÃO DE UM PROBLEMA DE MULTICAMADAS DE CONDUÇÃO DE CALOR  
UTILIZANDO O MÉTODO QUADRUPOLO**

Guilherme Ramalho Costa  
José Aguiar dos Santos Júnior  
José Ricardo Ferreira Oliveira  
Gilmar Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.61521140415**

**CAPÍTULO 16..... 167**

**PLANO REAL, UMA MUDANÇA NA SOCIEDADE BRASILEIRA**

Felipe Matheus Rodrigues  
Rita de Cassia Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.61521140416**

**CAPÍTULO 17..... 180**

**PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR: A IMPORTANCIA DA PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR**

Bruna Larissa dos Santos Pereira

Rita de Cassia Araujo

**DOI 10.22533/at.ed.61521140417**

**CAPÍTULO 18..... 192**

**O USO DA GEOMETRIA ANALÍTICA NA CONSTRUÇÃO DO GPS**

Raimundo Eugênio da Silva Filho

Iarla Antunes de Matos Arrais

José Augusto Pereira Nogueira

Líliã Santos Gonçalves

Francisco Ronald Feitosa Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.61521140418**

**CAPÍTULO 19..... 203**

**A ESSÊNCIA ENTRE A DIVISÃO EUCLIDIANA E A CONGRUÊNCIA MODULAR**

Marcos Garcia de Souza

Paulo Sérgio da Silva Pantoja

**DOI 10.22533/at.ed.61521140419**

**CAPÍTULO 20..... 219**

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO DE OBSERVAÇÃO: CONJECTURANDO SOBRE ESSE ESPAÇO DE FORMAÇÃO**

Lucas Gabriel Gonçalves da Silva

Américo Junior Nunes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.61521140420**

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 227**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 228**

## REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS TÊXTEIS PROVENIENTES DO POLO DA MODA DO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO NO DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO

*Data de aceite: 01/04/2021*

*Data de submissão: 05/02/2021*

### **Nancy Isabel Alvarez Acevedo**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Instituto politécnico  
Laboratório de Tecnologia de Polímero  
Nova Friburgo, RJ, Brasil  
<https://orcid.org/000-0002-0475-3240>

### **Rafael Gelson Ismério Cler**

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

### **Marisa Cristina Guimarães Rocha**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Instituto Politécnico  
Laboratório de Tecnologia de Polímero  
Nova Friburgo, RJ, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-5155-3399>

**RESUMO:** A indústria de confecção têxtil gera enorme quantidade de resíduos sólidos. Entre eles há aqueles provenientes do corte de tecido, os retalhos. Esses resíduos têxteis podem ser reaproveitados através da sua incorporação como carga em matrizes poliméricas. No presente trabalho, o efeito do teor de retalhos provenientes de confecções do município de Nova Friburgo nas propriedades mecânicas, térmicas e morfológicas do polipropileno (PP) foi avaliado. Os resultados mostraram que teores de até 10% de resíduos não afetaram significativamente o

índice de fluidez nem a estabilidade térmica dos materiais obtidos; e enquanto as resistências, à tração e ao impacto, se mantiveram estáveis, a deformação na rotura mostrou tendência a incrementar o seu valor. O módulo elástico apresentou uma tendência a aumentar seu valor até um teor de 20% de retalho. As propriedades mecânicas em flexão se deterioraram com a adição de retalho. Esse resultado decorre da fraca adesão interfacial entre o PP e o poli (tereftalato de etileno) (PET), fibra dominante na composição dos retalhos, evidenciada pelas micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos mostraram que os retalhos estudados podem ser utilizados como carga inerte em uma matriz de PP em teores de até 10% em massa do compósito.

**PALAVRAS - CHAVE:** Resíduos têxteis, poliéster, compósitos, polipropileno

### REUSING TEXTILE WASTE FROM THE NOVA FRIBURGO FASHION CENTER IN DEVELOPING OF POLYPROPYLENE COMPOSITES

**ABSTRACT.** The textile waste can be reused by incorporating it as a filler in polymeric matrices. The aim of this study is to evaluate the effect of flaps content from garments industry from the Nova Friburgo municipality on the mechanical, thermal and morphological properties of polypropylene (PP). The results showed that levels of up to 10% of residues did not significantly affect the melt flow index or the thermal stability of the obtained materials. Both strengths, the tensile and impact strength remained stable while the deformation at break presented a tendency to increase its



values. The elastic modulus presented a tendency to increase its value in contents up to 20% of residues. The mechanical properties in flexion deteriorated with the addition of flap. This result is due to the poor interfacial adhesion between PP and poly (ethylene terephthalate) (PET), the dominant fiber in the composition of the flaps, as evidenced by micrographs obtained by scanning electron microscopy. The results showed that the studied flaps can be used as inert filler in a PP matrix in contents up to 10% by mass of the composite.

**KEYWORDS:** Textile waste, polyester, composites, polypropylene

## 1 | INTRODUÇÃO

Nova Friburgo detém o principal polo de moda íntima do Brasil, responsável por mais de um quarto da produção nacional do segmento. O polo é uma das principais fontes econômicas do município (Calvacanti, 2017). Dados compilados da Relação Anual de Informações Sociais, no período 2016-2017, mostram que a Região Serrana abriga 4,7 % do total de estabelecimentos da Cadeia da Moda do Rio e 32,9 % do número de trabalhadores do Estado do Rio de Janeiro (G1 Região Serrana, 2018). Porém, também é uma das maiores fontes de resíduos, principalmente os oriundos do corte de tecidos (retalhos), que são constituídos principalmente de fibras sintéticas, como o poliéster.

A reciclagem de resíduos têxteis, em geral, ainda, é incipiente no mundo todo. Grande parte de têxteis descartados que são coletados destinam-se a aterros ou são incinerados. Além dos Estados Unidos, destacam-se nesse setor a Alemanha e o Reino Unido (Sandin e Peters, 2018, Duarte et al., 2012). No Brasil é quase inexistente a reciclagem de retalhos, e as poucas empresas existentes neste setor produzem principalmente linhas, estopas, panos de limpeza para diversas aplicações e tecidos-não-tecidos (Souza et al. 2015; Duarte et al., 2012).

Os tecidos de poliéster utilizados na indústria de confecções, estão conformados principalmente por fibras de PET, misturadas com outras fibras, o que dificulta a sua reciclagem. As técnicas utilizadas para reciclagem do PET proveniente de outras fontes, por exemplo de garrafas, não podem ser utilizadas nesse tipo de resíduos e as técnicas existentes para isolar o PET de outras fibras não são economicamente viáveis (Ramamoorthy et al., 2014).

Visando contribuir com a redução do impacto ambiental, promovido por esses resíduos têxteis, se torna importante avaliar a sua reciclagem e reaproveitamento através do desenvolvimento de misturas ou compósitos poliméricos. Isto é, através da obtenção de materiais com maior valor agregado e com potencial de aplicação em diversos segmentos industriais. Spinacé e De Paoli (2005) recomendam que polímeros reciclados sejam destinados para aplicações de longa vida útil, tais como produção de madeira plástica, pavimentação, indústria automobilística, etc.

Novos materiais vêm sendo desenvolvidos através da incorporação de diversos tipos de resíduos têxteis em matrizes poliméricas, tais como: fibra de algodão em resinas

termorrígidas (Zonatti, 2012) ou em resinas termoplásticas (Santos, 2013; Borsoi et al. 2011; Finkler, 2005); tecidos de algodão/PET(50:50), provenientes de roupa de cama descartados, como reforço em uma matriz de fonte renovável (óleo de soja) (Ramamoorthy et al., 2014); resíduos têxteis compostos de algodão, poliéster e elastano em uma solução de látex de seringueira com amônia (Duarte et al, 2012); resíduo têxtil como reforço em concreto convencional (Brito, 2012; Muniz, 2016).

Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo geral avaliar o potencial de aproveitamento de retalhos provenientes da indústria de confecções local, como carga em matriz de polipropileno (PP). O PP puro ou algumas vezes em combinação com outros materiais é uma ótima opção para a produção de novos materiais na indústria polimérica com o objetivo de reciclagem. Considerado um polímero de uso geral, é muito usado na indústria de automóveis, no mercado de embalagens e em uma variada gama de produtos plásticos (Strapasson, 2004; Santos e Pezzin, 2000).

No presente trabalho será avaliado o efeito do teor de retalho nas propriedades mecânicas do polipropileno, visando determinar a quantidade máxima possível que pode ser incorporada à matriz sem comprometer as suas propriedades de desempenho.

## **2 | EXPERIMENTAL**

Nas seguintes seções são descritos os materiais utilizados e a metodologia adotada no desenvolvimento deste trabalho.

### **2.1 Materiais**

O PP homopolímero, PP H603 (Braskem, Brasil), IF (230 °C/ 2,16 kg) de 1,5 g/10 min, foi utilizado como matriz nos compósitos. Os resíduos têxteis destinados como carga foram doados por confecções locais do Polo da moda de Nova Friburgo na forma de retalhos. Irganox 1010 (BASF) foi utilizado como antioxidante em teor de 0,5% em massa do compósito.

### **2.2 Preparação da carga**

Para identificação das fibras têxteis componentes do tecido, amostras dos retalhos foram submetidos a testes físico-químicos (IPT DQ-LPTex-PE 10.0.01). Para seu uso como carga, os resíduos foram inicialmente desfibrados em moinho Seibt AS30/500.

O material já desfibrado foi seco por 8 h a 80 °C em estufa com circulação de ar (Marconi, MA035/1080/E) e obtido em forma de grânulos por processo de extrusão em extrusora monorosca (AXPlásticos, AX 3032 com razão de comprimento/diâmetro, L/D, igual a 32; perfil de temperatura, no sentido garganta-cabeçote de: 180/ 190/ 200/ 210/ 220 °C e velocidade de rotação da rosca de 50 RPM. Os grânulos obtidos foram secos em estufa a 60 °C por 12 h. Amostras do material obtido foram submetidas à análise química por Espectrometria de Infravermelho com Transformada de Fourier, Análise Termogravimétrica e Determinação do Índice de Fluidez.

## 2.3 Preparação dos compósitos

PP e os compósitos contendo diferentes teores de retalho (5 %, 10 %, 20 % e 40 %) foram preparados em extrusora dupla rosca (Leistritz, ZSE 18MAXX, L/D = 40) utilizando o seguinte perfil de temperatura: 180/ 185/ 190/ 200/ 210/ 210/ 220/ 220/ 230/ 230 °C, no sentido garganta-cabeçote; velocidade de rotação da rosca de 300 RPM e dosagem de alimentação de 2 kg/h. Previamente os materiais foram secos por 8 h a 80 °C na estufa com circulação de ar. Após granulados, os materiais foram deixados para secar em estufa a 60 °C por 12 h. As condições de processamento foram escolhidas com base em testes realizados no PP puro e foram aplicadas também para os compósitos PP/Retalho. Corpos de prova para ensaios mecânicos foram preparados de acordo com as normas respectivas, através de moldagem por injeção (injetora Arburg, Allrounder 270S) utilizando o seguinte perfil de temperatura: 200/ 190/ 180/ 170/ 160 °C; velocidade de injeção de 28 cm<sup>3</sup>/s; e pressão de injeção de 1200 bar.

## 2.4 Caracterização dos materiais em estudo

### *2.4.1 Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) do resíduo têxtil*

A espectroscopia de infravermelho das amostras foi realizada em espectrofotômetro Fronteir da Perkin Elmer, em uma faixa de comprimento de onda de 400 a 4000 cm<sup>-1</sup>.

### *2.4.2 Determinação do Índice de Fluides (IF) dos materiais (ASTM 1238).*

Amostras de cada material foram previamente secos em estufa a 80 °C por 12 h. As medições do IF (em triplicata) dos materiais foram realizadas no plastômetro de extrusão CEAST 7021.000, nas seguintes condições: temperatura de 230 °C, carga de 2,16 kg, tempo de corte de 1,5 min e massa de amostra de aproximadamente 8 g.

### *2.4.3 Análise termogravimétrica (TGA) dos materiais.*

Esta análise foi feita em um analisador térmico simultâneo STA-6000 da Perkin Elmer, em atmosfera de nitrogênio. O programa de temperatura adotado foi: aquecimento de 2°C até 230 °C a uma taxa de 40 °C/min; isoterma por 5 min a 230 °C, resfriamento de 230 °C até 25 °C a uma taxa de 10 °C/min e aquecimento de 25 °C até 600 °C a uma taxa de 10 °C/min.

### *2.4.4 Ensaios de determinação das propriedades mecânicas em tração (ASTM D638) e flexão (ASTM D790).*

Os ensaios foram realizados na Máquina Universal de Ensaios SHIMADZU AG-X

Plus. As condições: para os ensaios de tração, foram: velocidade de estiramento de 45 mm/min e distância entre as garras de 115 mm. As condições adotadas para os ensaios de flexão de três pontos foram: velocidade de 10,08 mm/min e carga máxima de 5 kg. Dez (10) corpos de prova foram utilizados em cada ensaio.

#### 2.4.5 Ensaio de impacto Izod com entalhe (ASTM D256).

O entalhe requerido nos corpos de prova foi realizado no entalhador Notchvis (CEAST). O ensaio foi realizado na máquina de ensaio de impacto CEAST 9050, a 21 °C, empregando martelo com energia de 2,75 J. Sete (7) corpos de prova foram utilizados em cada ensaio.

#### 2.4.6 Análise morfológica

A análise morfológica dos materiais foi realizada no microscópio eletrônico de varredura de bancada, Hitachi, TM3000 utilizando 15 kV de tensão de aceleração de elétrons. Previamente, os corpos de prova foram fraturados criogenicamente e recobertos com uma fina camada de ouro no equipamento de recobrimento Bal-Tec, SCD 005.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análises físico-químicas e Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) dos resíduos têxteis.

As análises físico-químicas dos retalhos utilizados no estudo indicaram a presença de fibras de poliéster (~92 %), algodão/viscose (~6.0 %), lã/seda (~0,7 %), acetato/triacetato (0,6 %), poliamida (0,5 %) e viscose (0,3 %), % em peso de retalho.

No espectro FTIR do retalho, Fig. 1, são observadas bandas no intervalo 2850  $\text{cm}^{-1}$  – 3000  $\text{cm}^{-1}$  que correspondem à vibração de estiramento simétrico de ligações C-H. A banda na faixa de 1090  $\text{cm}^{-1}$  – 1150  $\text{cm}^{-1}$  é associada ao estiramento de ligações C-O. A banda em 1714  $\text{cm}^{-1}$  é associada ao estiramento C=O do grupo carboníla de éster. A banda em 1407  $\text{cm}^{-1}$  corresponde as vibrações do anel aromático. A banda em 1339  $\text{cm}^{-1}$ , está relacionada a presença de um éster ou anidrido carboxílico e a banda 1017  $\text{cm}^{-1}$  é atribuída ao estiramento de O=C-C ou álcool secundário. A banda em 969  $\text{cm}^{-1}$  é atribuída ao estiramento das ligações C=C e a banda 871  $\text{cm}^{-1}$  indica substituições H5 no anel aromático (Bentes, 2008).

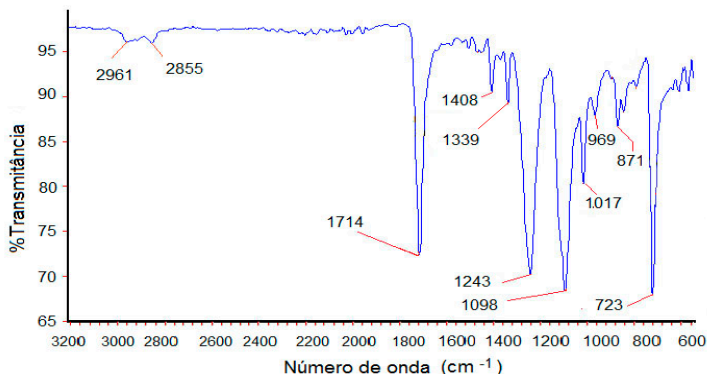


Figure 1 - Espectro FTIR do resíduo têxtil estudado

As bandas em 1714, 1243 e 1096  $\text{cm}^{-1}$  são típicas de ligações O=C=O de ésteres. A presença de PET é confirmada pela presença da banda em 723  $\text{cm}^{-1}$ . Essa banda é resultante da interação do grupo polar éster e o anel aromático na fibra PET (Edge, 1996).

### 3.2 Análises termogravimétrico da matéria prima e os compósitos preparados

As curvas TGA e derivada (DTG), Fig. 2, para o retalho desfibrado (a) e o processado (b), mostram uma etapa de decomposição bem definida para ambas as amostras, com temperatura de início de perda de massa de 339,4 °C e 339,2 °C e temperatura na máxima velocidade de degradação de 430,6 °C e 430,9 °C, respectivamente.

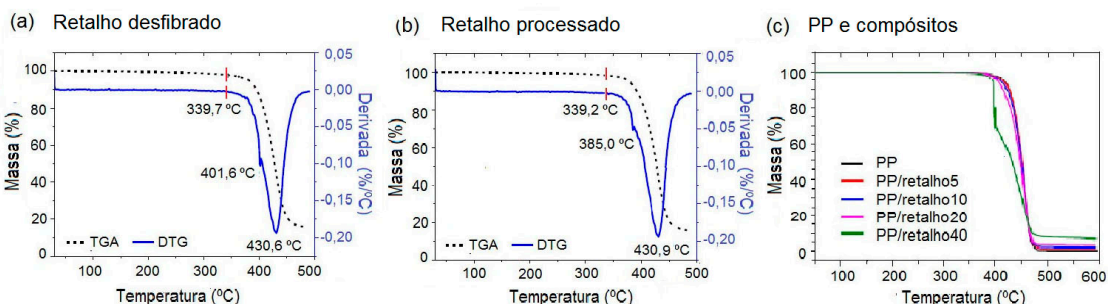


Figure 2- Curvas TGA/DTG do retalho desfibrado (a); do retalho processado (b); e do PP e os compósitos PP/retalho preparados (c).

Esse resultado indica que a estabilidade do material não foi afetada durante o processamento. Ambas as amostras apresentaram um resíduo em torno de 16 % da massa inicial aos 490 °C. As temperaturas correspondem com as temperaturas reportadas

para o PET na literatura. A temperatura final de degradação do PET puro se encontra ao redor de 500 °C (Bannach et al., 2011). As curvas DTG apresentam um segundo pico para ambos os retalhos, em 401 °C (no desfibrado) e em 385 °C (no processado). Esses picos indicam possíveis reações secundárias ocorridas pela presença de componentes minoritários no retalho ou por reações entre produtos formados durante o processo térmico. O PET produz resíduos que não são descompostos nem a 1000 °C quando submetido a processos térmicos de pirólises, em ambiente de nitrogênio; sendo atribuídos a reações entre os produtos formados durante o processo térmico (Adnan et al., 2014). A curva TGA apresentada na Fig. 2(c) mostra que a estabilidade térmica do PP é pouco afetada com teores de até 10 % de retalho.

Na Tabela 1, é observado que as temperaturas de 50 % de perda de massa ( $T_{50}$ ) para os compósitos com teor de até 10 % de retalho se manteve entre 450 °C e 451 °C, valores compatíveis com o do PP puro. Compósitos com teores maiores que 10 % de retalho apresentam valores  $T_{50}$  menores que a do PP puro. A curva TGA do PP/Retalho 40 % apresenta claramente dois eventos térmicos. O primeiro produz a 397 °C uma abrupta perda de massa em torno de 40 %. O segundo evento de perda de massa prossegue até cerca de 500 °C, gerando um resíduo de quase 8 % em massa do compósito. Comportamento semelhante ao observado no retalho puro.

Material	$T_{in}$ (°C)	$T_{10}$ (°C)	$T_{50}$ (°C)	$T_{máx}$ (°C)	$M_{Residual}$ a 490 °C (% em peso)
Retalho desfibrado	345,8	396,1	428,1	429,5	15,8
Retalho processado	352,0	392,2	428,1	430,9	16,1
PP puro	400,0	426,2	450,0	431,0	0,10
PP/retalho 5	394,0	426,0	451,0	430,2	1,15
PP/retalho10	391,5	422,0	450,4	428,6	1,97
PP/retalho 20	389,0	415,0	447,7	422,8	3,40
PP/retalho 40	382,0	357,7	431,4	397,4	7,80

Tabela 1 - Temperaturas de início ( $T_{ini}$ ), 10% ( $T_{10}$ ) e 50% ( $T_{50}$ ) de perda de massa, e na máxima velocidade de degradação ( $T_{máx}$ ); e massa residual ( $M_{Residual}$ ) dos materiais.

### 3.3 Índice de Fluidez (IF) dos materiais processados

Não foi possível obter o IF para o retalho processado nas condições estabelecidas pela norma. Erros nas medições e dificuldades nas medidas podem ser experimentadas devido ao caráter hidrolítico do PET, podendo sofrer processos de degradação durante a medição (Mancini ET al., 2004). A presença de água a temperaturas acima de 180 °C ou

no estado fundido (250 °C -280 °C) promove rompimento das ligações éster, produzindo moléculas de baixa massa molar, como o ácido carboxílico, as quais podem atuar como catalizadores de novas reações degradativas (Santos, 2008). Os valores obtidos do IF do PP virgem,  $1,46 \pm 0,02$  g/10 min; e do PP processado,  $1,42 \pm 0,02$  g/10 min, mostraram que as condições de processamento adotadas não afetaram a processabilidade do PP.

A Figura 3 mostra que a adição de retalho promove uma diminuição gradativa dos índices de fluidez. Porém, o IF do PP/Retalho 5 % se manteve dentro da faixa de valores indicados pelo fornecedor do polímero. Não foi possível medir o IF do PP/retalho 40 %.

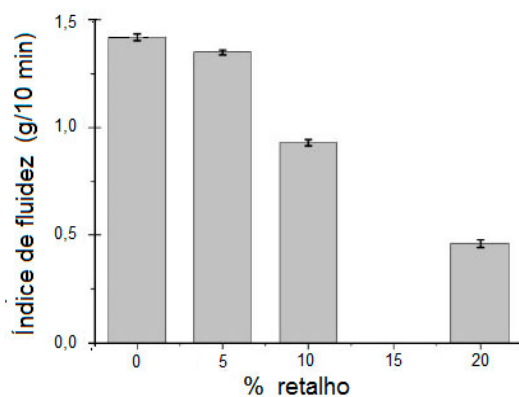


Figura 3 - Efeito do teor de retalho no índice de fluidez do polipropileno

Santos e Pezzin (2000) atribuem a diminuição do IF ao fato do PET não ter fundido durante o ensaio. O PET no fundido atua como reforço diminuindo a fluidez do material. A redução do valor do IF indica aumento da viscosidade aparente e da massa molecular do material polimérico. O aumento de massa molar está relacionado com a possível formação de reações de extensão de cadeia e de ligações cruzadas, o que pode se traduzir em melhoria das propriedades mecânicas.

### 3.4 Propriedades Mecânicas em tração

A Fig. 4(a) mostra que o módulo de elasticidade das amostras apresentou uma tendência ao aumento com o incremento do teor de retalho até 20 %, sofrendo uma significativa redução do seu valor com a adição de 40 % de retalho. Esse decréscimo pode ser atribuído à formação de agregados em tamanho tal que reduzem a transferência de carga entre o PP e as partículas de retalho. A formação de agregados, reduz a superfície de contato entre a carga e a matriz e a adesão interfacial, promovendo a redução das propriedades mecânicas dos materiais obtidos (Nonato, 2016). Na Fig. 4(b) é observado que um teor de 5 % de retalho não afeta o valor da resistência à tração (tensão máxima);

enquanto a adição de teores de retalho a partir de 10 % promove crescente redução do seu valor.

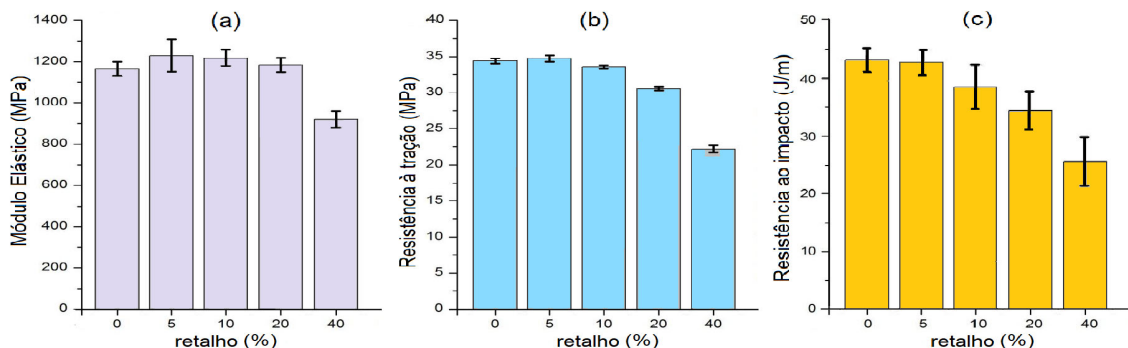


Figure 4 - Módulo elástico (a); tensão máxima (b) e deformação na ruptura (c) dos materiais em função do teor de retalho.

Os valores de deformação na ruptura dos compósitos, Fig. 4(c), tenderam a aumentar com o incremento do teor de retalho até 10 %, em relação ao valor do PP puro. Teores maiores que 10 % produzem uma abrupta redução da deformação na ruptura, atingindo um valor máximo de 86 % com 40 % de retalho. Como se pode observar houve um desvio padrão alto, provavelmente explicado pela não utilização do extensômetro na execução dos ensaios. Em linhas gerais, os resultados obtidos são concordantes com os obtidos por Santos e Pezinn (2000) no seu estudo de incorporação de PET reciclado em PP, e por Debbah et al. (2018) em blendas PP/PET.

### 3.5 Propriedades Mecânicas em flexão e em impacto

Na Fig. 5 é possível verificar que a adição de retalho resultou no decréscimo dos valores das propriedades mecânicas em flexão e em impacto dos compósitos, quando comparados aos do PP puro.

Tanto o módulo elástico, Fig. 5(a), como a resistência à flexão, Fig. 5(b), tiveram seus valores significativamente reduzidos com a adição de 5% de retalho, mantendo-se estáveis com 10% de retalho. Na medida que foi incrementado o teor de retalho acima de 10%, maiores reduções foram promovidas. Os níveis de redução da resistência à flexão foram menores do que os apresentados na redução do módulo elástico.



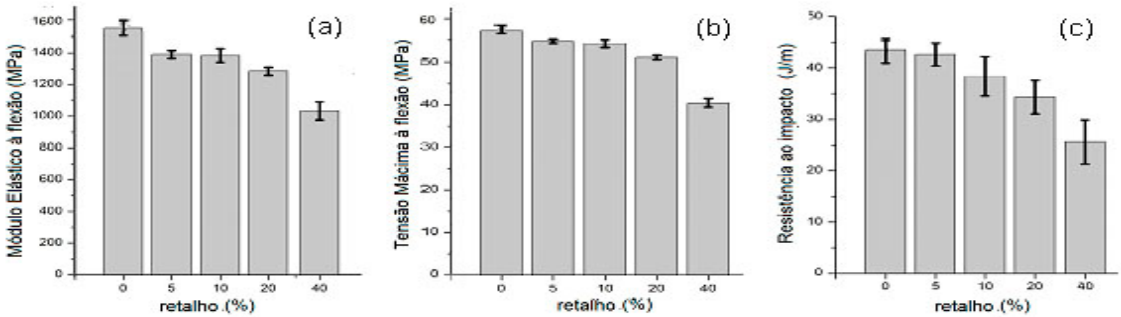


Figure 5 - Efeito do teor de retalho no módulo elástico (a) e na tensão máxima (b) a flexão; e na resistência ao impacto (c) dos materiais.

A Fig. 5(c) mostra que com a adição de teores de retalho maior que 10 % no compósito, houve uma significativa redução da resistência ao impacto do PP. Resultados semelhantes foram reportados para a resistência ao impacto de blendas PP/PET virgens (Debbah et al., 2018). O PP é um polímero com dúctil. A diminuição da resistência ao impacto Izod, com entalhe, indica enrijecimento do material.

### 3.6 Análises morfológicas dos materiais obtidos

A micrografia do PP/retalho5 Fig. 6(a), mostra partículas de cor escura, atribuídas aos retalhos, em tamanhos comportamento e formatos diferentes distribuídas sobre a superfície do polipropileno. Fibras pequenas de cor clara podem também ser observadas inseridas na fase escura, provavelmente fibras poliéster que não foram fundidas. Na micrografia do PP/retalho 10 %, Figura 6(b), podem ser observadas partículas orientadas em formato de fibras de seção arredondada e de cor claro; e partículas escuras sem forma definida. São observados também pequenos vazios, possivelmente produzidos pela descolagem de resíduos localizadas sobre a superfície da matriz polimérica, durante a fratura criogênica da amostra. Na Figura 6(c) observa-se a micrografia do compósito PP/retalho 20 e na Fig. 6(d), a do compósito PP/Retalho40. Nestas últimas micrografias observam-se com maior claridade a presença de buracos e de fibras claras e pequenas. Também se podem observar descontinuidades entre a matriz e as fibras. Segundo Santos e Pezin (2000), a presença dessas descontinuidades explica a baixa deformação apresentada pelos compósitos PP/Retalho.

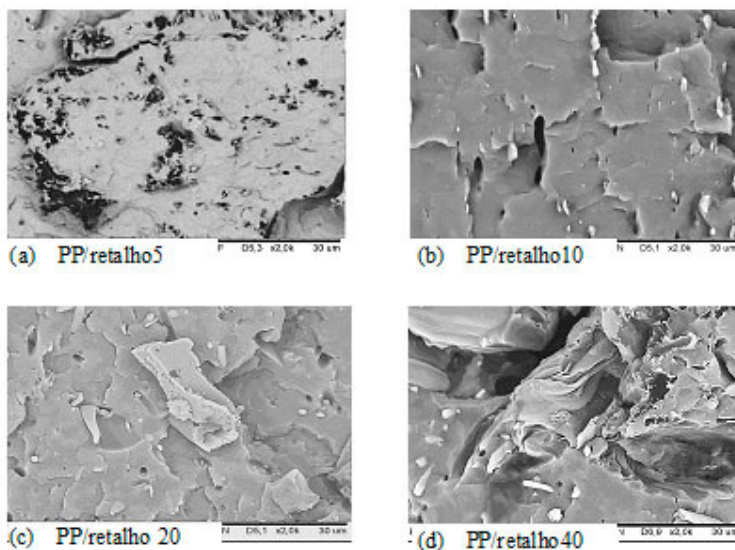


Figura 9 - Micrografias MEV dos compósitos PP/Retalho com teores de 5% (a); 10 % (b); 20 % (c) e 40% (d) de retalho.

## 4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos foram compatíveis com trabalhos já realizados com blendas PP/PET envolvendo materiais virgens ou reciclados puros. Os resíduos têxteis estudados podem ser utilizados como carga inerte em uma matriz de polipropileno em teores de até 10% em peso do compósito. Foi comprovado a viabilidade de redução desses resíduos têxteis sem a necessidade do uso de agentes compatibilizantes. Propoe-se o estudo da reutilização desses resíduos com matrizes poliméricas que apresentem maior compatibilidade com o PET, componente principal nesses resíduos visando obter melhora nas propriedades dessas matrizes.

## REFERÊNCIAS

ADNAN, A., SHAH, J. e RASUL JAN, M. Thermo-catalytic pyrolysis of polystyrene in the presence of zinc bulk catalysts. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, 45, 5, 2494-2500, 2014.

BANNACH, G.; PERPÉTUO, G.L.; CAVALHEIRO, É.T.G. et al. Efeitos da história térmica nas propriedades do polímero pet: um experimento para ensino de análise térmica. **Química Nova**, v.34, n. 10, p. 1825-21829, 2011,.

BRITO, G.T. **Caracterização do concreto convencional usando como reforço resíduo têxtil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Instituto Politécnico, IPRJ/UERJ, Nova Friburgo. 2012.

BENTES, V.L.I. **Hidrólise básica de resíduos poliméricos de pet pós-consumo e degradação catalítica dos monômeros de partida**”, Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008..

BORSOI, C.; SCIENZA, L.C.; ZATTERA, A.J. et al. Obtenção e caracterização de compósitos utilizando poliestireno como matriz e resíduos de fibras de algodão da indústria têxtil como reforço. **Polímeros**, v.21, n.4, p.271-279, 2011.

CAVALCANTI, G. Em Friburgo, moda íntima gera 81% das vagas do setor. O **Globo Economia** (online), 15/07/2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/em-friburgo-moda-intima-gera-81-das-vagas-do-setor-21596970>. Acesso em: 07/12/2018.

DUARTE, L.S.; MOREIRA, C. A.; PINTO, P.C.C. et al. Desenvolvimento de compósitos sustentáveis à base de resíduos têxteis. In: VII CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, San Luiz, v.1, p. 1-9, 2012.

FLINKER, M. **Desenvolvimento de compósitos com base em rejeito de tecidos de algodão e acrílico em matriz de polietileno de alta densidade**”. Dissertação de Mestrado, Universidade de Caxias do Sul, 2005,

Exportações de moda íntima crescem 114% no RJ e Nova Friburgo lidera o ranking. **G1 Região Serrana** (online). 05/07/2018, Disponível em > <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/exportacoes-de-moda-intima-crescem-114-no-rj-e-nova-friburgo-lidera-o-ranking.ghtml>, Acesso em: 07/12/2018.

DEBBAH, I.; KRACHE, R.; BELKOUISSEM, K. et al. Effects of a thermoplastic elastomer compatibilizer (SEBS-g-MAH) on the properties of PP/PET blends. **Revue Roumaine de Chimie**, v.63, n. 1, p.11-20, 2018.

MANCINI, S.D.; MATOS, I.G.; ALMEIDA, R.F. Determinação da variação da viscosidade intrínseca do poli (tereftalato de etileno) de embalagens. **Polímeros**, v.14, n.2, p. 69-73, 2004.

MUNIZ, L.I. DA S. **Ensaio de ultrassom em corpos de prova de concreto com mistura de pó de resíduos têxteis**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) - IPRJ/UERJ, Nova Friburgo. 2016.

NONATO, R.C.; BONSE, B.C. A study of PP/PET composites: Factorial design, mechanical and thermal properties. **Polymer Testing**, v.56, p. 167-173, 2016.

RAMAMOORTHY, S.K.; SKRIFVARIS, M. E PERSSON, A. Reusing textile waste as reinforcements in composites. **Journal of Applied Polymer Science**, v.131, n.17, p. 8569-8584. 2014.

SANDIN, G. ; PETERS, G.M. Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. **Journal of Cleaner Production**, v.184, p. 353-365, 2018.

Santos, A.C. **Estudo da reciclagem do poli (tereftalato de etileno) – PET pós-consumo e de suas propriedades, quando submetido à radiação ionizante**. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear), - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Universidade de São Paulo, IPEN, São Paulo. 2008.

SANTOS, P. E., PEZZIN, S.H. Estudo da incorporação de fibras de poli (tereftalato de etileno) reciclado no polipropileno em relação às propriedades mecânicas. In: 14° CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, São Paulo, **Anais**, p. 55901- 55910, 2000

SANTOS, T.P.S. **Reciclagem de poliestireno expandido: compósito com fibras de algodão para a confecção de placas de circuito impresso**". 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado – Engenharia de Materiais) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá. 2013..

SOUZA, J.M.; PAGNONCELLI, M.; DETTMER, A. et al. "Desenvolvimento de eco compósito utilizando fibras têxteis de uniformes pós-uso e EPS reciclado", In:13° CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, São Carlos, **Anais**, v.1, p.1-5, 2015.

SPINACÉ, M.A. da S.; DE PAOLI, M.A. A tecnologia de reciclagem de polímeros. **Química Nova**, v.28, n.1, p. 65-72. .2009.

STRAPASSON, R. **Valorização do polipropileno através de sua mistura e reciclagem**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) -,Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004..

ZONATTI, W.F. **Estudo interdisciplinar entre reciclagem têxtil e o design: avaliação de compósitos produzidos com fibras de algodão**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós- Graduação em Têxtil e Moda. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2012..

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acessibilidade 49

Água subterrânea 16, 17, 23, 27, 28

Algorithm Stability 1, 14

Alimentos Funcionais 110

Alumínio 7, 90, 103, 104, 105, 107, 108, 109

Aposentadoria 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187

### B

Biomonitoramento 120, 122, 124, 125, 130, 131, 132, 133, 134

### C

Câmbio 167, 170

CBERS-2B 68, 73, 74

Cenário econômico 167

Classe residual 203, 218

CoDesign 33

Compósitos 8, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158

Compósitos Ternários 148, 150

Congruência Modular 9, 203, 204, 210, 213, 218

Consumidor 34, 35, 37, 39, 167, 173, 174, 176

### D

Dados Reais 68, 73, 74, 76

Design de interação 56

Design e tecnologia 49, 56

Design Regenerativo 6, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46

Direito ambiental 6, 33

Divisão Euclidiana 9, 203, 204, 205, 206, 210, 211, 214, 218

### E

Economia circular 6, 33, 34, 36, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Elastômero Termoplástico 8, 148, 150, 152, 158, 159

Equação Cinemática 68

Extended Kalman Filter 1, 3, 14

## **F**

Fitólitos 84, 87, 89, 90, 92, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101

Fluorescência de raios X 103

Folhas de Alumínio 7, 103, 104, 105

Fotocopiadoras 8, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Função de Transferência 160

## **G**

Geometria Analítica 9, 192, 193, 194

## **H**

Hibiscus sabdariffa L. 110, 111, 118, 119

Hortaliça não convencional 110, 111, 112

## **I**

Inflação 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177

## **L**

Linhas de pedra 7, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 97, 98, 101

## **M**

Matemática 28, 192, 193, 194, 195, 197, 201, 202, 210, 212, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227

Médio Vale do Rio Paraíba do Sul 7, 84, 88, 98

## **N**

Nível estático 16

Nutrição Humana 110

Nutrição Vegetal 110, 112

## **O**

Orbit Determination 6, 1, 2, 3, 7, 8, 9, 14, 15

Organizações de alta complexidade 56, 58, 59, 61

## **P**

Pesquisa e metodologia do design 49

Planos de Previdência Privada 180, 189

Poliéster 135, 136, 137, 139, 144

Polipropileno 8, 135, 137, 142, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159

políticas públicas 33, 34, 42, 123

Prevenção de acidentes 56

Previdência Complementar Aberta 180, 190

Previdência Complementar Fechada 180

Propriedades 8, 18, 104, 112, 135, 137, 138, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 158, 159, 161, 194, 203, 207, 213, 215

## **R**

Realidade virtual 7, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 65

Reconstituição Paleoambiental 84

Resíduos sólidos 16, 18, 27, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 135

Resíduos têxteis 8, 135, 136, 137, 139, 145, 146

## **S**

Saúde 34, 40, 43, 49, 50, 54, 61, 105, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 132, 134, 183

Sensação Térmica 6, 30, 31, 32

Sigma-Point Kalman Filter 1

Sistema Aquífero Serra Geral 16, 18, 28

Sistema de Posicionamento Global 192, 193, 195

Suavizador de Estado 68

## **T**

Talco 8, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158

Taxa Selic 167, 173, 177

Tecnologia Assistiva 6, 49, 50, 51, 54, 55

Termômetro 6, 30, 31, 32

Teste de micronúcleos 120

Tradescantia Pallida 8, 120, 121, 122, 125, 128, 130, 131, 133, 134

Transferência de calor 160, 161, 165

Transformada de Laplace 160

# Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País 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) 


 **Atena**  
Editora


Ano 2021



# **Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País 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) 