

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(ORGANIZADORES)

 Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN

JOÃO DALLAMUTA

(ORGANIZADORES)

 Atena
Editora
Ano 2021

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	
iStock	
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.	
Open access publication by Atena Editora	



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências 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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – 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. Elio Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Cândido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luís 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
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Willian 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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléia 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 Gislene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal 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^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof^a Dr^a Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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. Abrão Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandre Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoletti – 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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edvaldo 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 Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª 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. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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. Dr. Sulivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
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

Coleção desafios das engenharias: engenharia de materiais e metalúrgica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C691	Coleção desafios das engenharias: engenharia de materiais e metalúrgica / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.
	Formato: PDF
	Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
	Modo de acesso: World Wide Web
	Inclui bibliografia
	ISBN 978-65-5983-290-3
	DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.903211207
	1. Engenharia de materiais. 2. Engenharia metalúrgica. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.
	CDD 669
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, principalmente quando se diz a indústria 4.0, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Para obtenção desses novos materiais, muitos processos precisaram de alterações e de novos métodos, exigindo um desprendimento de força elevado nesta área. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

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.

Boa leitura a todos.

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	1
EVALUATION OF THERMAL PROPERTIES OF PBAT MATRIX COMPOSITES REINFORCED WITH DIFFERENT JUTE AND COTTON FABRICS	
Jane Maria Faulstich de Paiva	
Cristiane Carla Maciel	
Amanda Alves Domingos Maia	
Anderson Pires Fernandes	
Maria Natália Castanho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.9032112071	
CAPÍTULO 2.....	10
EFEITO DE DIFERENTES MISTURAS PP-RECICLADO / PP-VIRGEM EM SUAS PROPRIEDADES MECÂNICAS	
Vladymyr Alves de Figueiredo	
José Costa de Macêdo Neto	
Joaquim Souza de Oliveira	
Ricardo Cruz da Silva	
Adalberto Gomes de Miranda	
Luiz Antônio de Verçosa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.9032112072	
CAPÍTULO 3.....	18
DETERMINAÇÃO DA DUREZA E MÓDULO DE ELASTICIDADE POR NANOINDENTAÇÃO BERKOVICH DE VIDRO NIODOFOSFATO SINTETIZADO COM ESCÓRIA DE ACIARA LD	
Camila Ferreira da Silva	
Patrícia Guimarães Monteiro de Freitas	
Ronaldo Gomes de Castro Medeiros	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.9032112073	
CAPÍTULO 4.....	26
RESÍDUO DE INDÚSTRIA DE FUNDição: FONTE PARA DESENVOLVIMENTO DE VIDROS E VITROCERÂMICOS	
Thariany Sanches Leme	
Flavia Landgraf Cuzzati	
Silvio Rainho Teixeira	
Agda Eunice de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.9032112074	
CAPÍTULO 5.....	41
CARACTERIZAÇÃO DA CARBURIZAÇÃO EM AÇOS HP POR MICROSCOPIA MAGNETO-ÓTICA KERR	
Cayo Vinicius da Silva Lima	
Thiago Tôrres Matta Neves	
Clara Johanna Pacheco	
Luiz Henrique de Almeida	

Gabriela Ribeiro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9032112075>

CAPÍTULO 6.....53

EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE ZINCO NA ELETROGALVANIZAÇÃO DO AÇO CARBONO EM MEIO ÁCIDO CONTENDO SULFATO EMPREGANDO BAIXA DENSIDADE DE CORRENTE

Gabriel Abelha Carrijo Gonçalves

Tácia Costa Veloso

Vera Rosa Capelossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9032112076>

CAPÍTULO 7.....66

COMPORTAMENTO EM FADIGA DA LIGA Ti-30Ta APÓS TRATAMENTO ALCALINO E TÉRMICO - APLICAÇÕES BIOMÉDICAS

Kerolene Barboza da Silva

Valdir Alves Guimarães

Ana Paula Rosifini Alves Claro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9032112077>

CAPÍTULO 8.....81

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOMATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Alessandra Ames

Ricardo Yoshimitsu Miyahara

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9032112078>

SOBRE OS ORGANIZADORES90

ÍNDICE REMISSIVO.....91

CAPÍTULO 2

EFEITO DE DIFERENTES MISTURAS PP-RECICLADO / PP-VIRGEM EM SUAS PROPRIEDADES MECÂNICAS

Data de aceite: 01/07/2021

Vladymyr Alves de Figueiredo

Universidade Nilton Lins – UNINILTONLINS
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/6738067881632506>

José Costa de Macêdo Neto

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/7868540287547126>

Joaquim Souza de Oliveira

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/4863791377302505>

Ricardo Cruz da Silva

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/7572923428113033>

Adalberto Gomes de Miranda

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/0031798088948641>

Luiz Antônio de Verçosa

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/201311730320791>

RESUMO: O polipropileno (PP) é bastante utilizado na indústria de duas rodas em partes como paralamas, aletas e tampas. Durante o seu processamento há a produção de rejeitos os quais podem ser reutilizados (PP-reciclado)

juntamente com o polipropileno virgem (PP-virgem). Ao utilizar quantidades de polipropileno reciclável juntamente PP-virgem pode haver uma perda de propriedades mecânicas. Como esta mistura (PP-reciclado e PP-virgem), será aplicada na indústria de duas rodas, torna-se importante definir as porcentagens de PP-reciclado que garantam o desempenho dos limites de especificações de projeto, evitando assim falhas durante processo de montagem ou uso do produto fabricado. Desta forma, este trabalho teve como objetivo demonstrar a influência das quantidades de 3; 5; 10; 20 e 30% de PP-reciclado em PP-virgem, nas propriedades mecânicas das misturas. Foram realizadas as análises por FTIR, ensaios mecânicos de impacto IZOD, tração e dureza Rockwell. O ensaio de impacto mostrou que a quantidade de 30% PP-reciclado ocasionou uma redução de tenacidade em relação ao PP-virgem. No ensaio de dureza houve uma redução a partir da adição de 3%PP-reciclado em relação ao PP-virgem. Para o ensaio de tração foi observado que a partir de 10%PP-reciclado houve uma redução no limite de resistência e no alongamento da mistura.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência PP. Reciclagem PP. Propriedades Mecânicas de PP.

EFFECT OF DIFFERENT MIXTURES PP-RECYCLED / PP-VIRGIN IN THEIR MECHANICAL PROPERTIES

ABSTRACT: Polypropylene (PP) is widely used in the industry of two wheels in parts like fenders, fins and covers. During its processing there is the production of tailings which can be reused (PP-recycled) together with virgin polypropylene

(PP-virgin). By using recyclable polypropylene amounts together PP-virgin there may be a loss of mechanical properties. As this blend (PP-recycled and PP-virgin) will be applied in the two-wheeler industry it becomes important to define the percentages of PP-recycled that guarantee the performance of the limits of design specifications, thus avoiding failures during assembly or use process of the product manufactured. In this way, this work had as objective to demonstrate the influence of the quantities of 3; 5; 10; 20 and 30% PP-recycled in PP-virgin, in the mechanical properties of the mixtures. FTIR analysis, IZOD impact tests, Rockwell traction and hardness were performed. The impact test showed that the amount of 30% PP-recycled caused a reduction of tenacity in relation to the virgin PP. In the hardness test there was a reduction from the addition of 3% PP-recycled in relation to the PP-virgin. For the tensile test it was observed that from 10% PP-recycled there was a reduction in the resistance limit and in the elongation of the mixture.

KEYWORDS: Resistance PP. Recycling PP. Mechanical Properties of PP.

1 | INTRODUÇÃO

A agressão ao meio ambiente causada pelos resíduos originados nos processos, serviços e produtos utilizados na vida moderna têm-se tornado uma preocupação crescente em diversos setores industriais. Os polímeros sintéticos e os naturais modificados, muito utilizados em embalagens diversas, têm sido considerados um dos grandes vilões da poluição ambiental, principalmente quando se refere aos danos causados pelos resíduos urbanos (MUSTAFA, 1993).

Quando se trata de metais, polímeros, borrachas e vários tipos de materiais que as indústrias utilizam em quantidades elevadas, observou-se que a reciclagem de polímeros reutilizados como recursos para a vida útil de peças, tais como exemplo em veículos, tem contribuído para o interesse das indústrias, servindo como informações básicas para outros tipos de aplicabilidades, devido as suas atividades e aplicações que proporcionam proteção ambiental (FERNANDES & DOMINGUES, 2007).

Desta forma, a valorização de polímeros reciclados, como o Polipropileno, através da preparação de materiais com boas propriedades mecânicas e aparência atrativa para utilização na construção civil, mobiliário e artefatos domésticos, contribui para tornar a reciclagem mecânica uma atividade lucrativa. Além disso, o reaproveitamento do lixo plástico possibilita a redução do impacto ambiental causado pela industrialização e pela vida moderna (STRAPASSON, 2004).

O polipropileno é um material termoplástico semicristalino produzido através da polimerização do propileno na presença de um catalisador específico. Este polímero é muito versátil, possuindo aplicações múltiplas em diversos setores industriais, fator este que o torna um dos produtos termoplásticos com maior perspectiva de desenvolvimento no futuro. Possui como principais características: alta resistência química, baixo custo, alta resistência à fratura e flexão, boa resistência ao impacto acima de 150 °C, boa estabilidade

térmica, recicabilidade e compatibilidade com diversas técnicas de processo (BRYDSON, 1999).

O mecanismo de degradação do polipropileno é causado pela cisão da cadeia principal, que pela redução de seu peso molecular e de sua viscosidade, aumenta o índice de fluidez, entretanto, há perdas nas propriedades mecânicas, que podem ser minimizadas de forma a proteger os polímeros, com o uso de aditivos estabilizantes e por métodos de extrusão (de preferência até duas extrusões para não aumentar a degradação), que pode melhorar as propriedades mecânicas (tipo resistência à tração, alongamento e módulo elástico) e termomecânicas (índice de fluidez) no material reciclado (ALCÂNTARA et al, 1995).

O polipropileno possui como processo de degradação prioritário a cisão de cadeia, que causa a redução de suas propriedades mecânicas e ainda, redução de sua viscosidade, o que dificulta o processamento de PP-reciclado por métodos como injeção, sendo necessária a utilização de cargas no material reciclado para adequação de suas propriedades no processamento. A presença de cargas melhora a estabilidade dimensional e diminui a retração no resfriamento ou na cura, como é o caso do Carbonato de Cálcio (CaCO_3). No caso das chamadas cargas ativas têm-se também uma melhora na resistência à tração (RABELLO, 2000).

O objetivo deste trabalho foi estudar as propriedades mecânicas de impacto, tração e dureza das misturas de PP-virgem e PP-recicladas nas proporções de 3%, 5%, 10%, 20% e 30%.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os corpos de prova utilizados na caracterização por FTIR (Transformada de *Fourier* no Infravermelho) e nos ensaios de impacto, dureza e tração foram obtidos pelo processo de injeção. Este estudo foi realizado em uma indústria de duas rodas. As normas e equipamentos utilizados são especificados nos parágrafos seguintes.

2.1 Preparação das misturas

Foi utilizado o polipropileno virgem (PP-virgem) e o polipropileno reciclado (PP-reciclado). O PP utilizado neste trabalho foi fornecido pela indústria Prime Polymer Co Ltda, Japão, com Índice de Fluidez de 20 g/10min, densidade de 910 kg/m³. O PP-reciclado foi obtido partir de peças rejeitadas no processo de injeção de uma indústria de duas rodas. As peças de PP rejeitadas foram trituradas, secas em estufa por 3 horas, misturadas ao PP-virgem em silos e em seguida injetadas.

2.2 Confecção dos corpos de prova

Para a produção dos corpos de prova utilizou-se uma injetora hidráulica da marca

Toshiba 500T, modelo HAN 24 E, com temperatura do molde de 45 °C, pressão de injeção de 90 MPa, tempo injeção de 18 segundos de injeção, tempo de resfriamento de 25 segundos, temperatura da resina 205 °C e pressão de recalque de 68 MPa.

2.3 Transformada de Fourier no Infravermelho (FTIR)

Utilizou-se um Infravermelho com Transformada de *Fourier*, conforme o Espectrômetro específico (*Perkin Elmer, Spectrum One-FTIR Spectrometer, USA*). Os espectros foram obtidos sob forma de pastilha de KBr na região de 4000 a 450 cm⁻¹). Os ensaios foram realizados em triplicata.

2.4 Ensaio de Impacto IZOD

O ensaio foi realizado conforme a norma ASTM D 256 (2010 e 11). Utilizou-se um equipamento para ensaio de impacto da marca EMIC. Os ensaios foram realizados em triplicata.

2.5 Ensaio de Tração

Realizado conforme ASTM D 638 (2014), em sala com temperatura controlada entre 23 ± 2°C e umidade relativa 50 ± 5%, e tempo de estabilização destas condições superior a 3 horas. Foi utilizado para o teste, uma máquina universal de ensaios da marca EMIC, Modelo DL 10000kN, célula de carga de 50 kgf e velocidade de 100 mm/min. Os ensaios foram realizados em triplicata.

2.6 Ensaio de Dureza Rockwell

Ensaio realizado conforme ASTM D 785 (2015), escala R (HRR), carga de 60 kgf e diâmetro da esfera de 12,7 mm, utilizando Durômetro da marca Instron, modelo B 2000. Os ensaios foram realizados em triplicata.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da Transformada de Fourier no Infravermelho (FTIR)

As Figura 1(a, b, c, d, e) mostram os espectros de FTIR do PP-virgem e das misturas com 3, 5, 10, 20 e 30% PP-reciclado. Comparando as bandas da Figura 1a PP-virgem com as bandas das misturas de PP-reciclado, observa-se que houve deformações nas bandas entre 1625 e 750cm⁻¹ que corresponde aos grupos carbonila (C = O) gerado na degradação molecular do PP-reciclado. Estas mudanças ocorreram devido a cisão das cadeias moleculares do PP-reciclado (GRISA & ZENI, 2008). No passo degradação de poliolefinas, grupos funcionais de carbonila (C = O) são gerados como resíduos (BOMFIMA et al., 2019). Porque a quantidade de tais grupos carbonila aumenta com a degradação oxidativa, assim como o grau de degradação pode ser avaliado por medir estes resíduos (WEE et al., 2018).

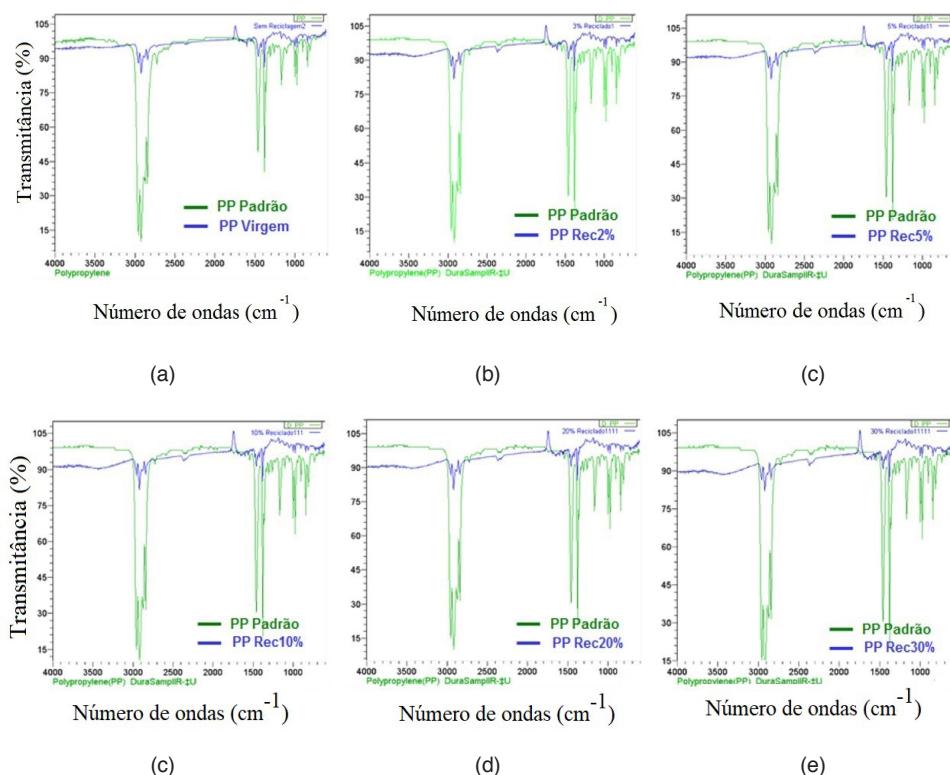


Figura 1. (a) Espectro PP virgem, (b) Espectro PP 2% reciclado, (c) Espectro PP 5% Reciclado, (d) Espectro PP 10% reciclado, (e) Espectro PP20% reciclado e (f) Espectro PP 30% recicla.

Fonte: Autor (2020)

3.2 Impacto IZOD e Dureza

A Figura 2(a, b) mostra o comportamento dos valores médios de resistência ao impacto e dureza, respectivamente, observando-se que a partir de 3% até 20% PP-reciclado houve um aumento crescente de resistência ao impacto. Como o PP-reciclado foi utilizado com aditivos como pigmentos inorgânicos, este obteve um efeito de reforço. Todos os resultados de impacto apresentaram acima do valor mínimo especificado (67 J/m). Para o ensaio de dureza (Figura 2b) todos os valores de PP-reciclado foram inferiores ao PP-virgem, em que a partir de 5%PP-reciclado a dureza torna-se constante. O reprocessamento do PP-reciclado provocou uma redução da fase cristalina ocasionou uma redução da dureza. O PP-virgem e o 3%PP-reciclado apresentaram um resultado acima do valor mínimo especificado (79 HRR). Os 5, 10, 20 e 30%PP-reciclado apresentaram valor mínimo (79 HRR).

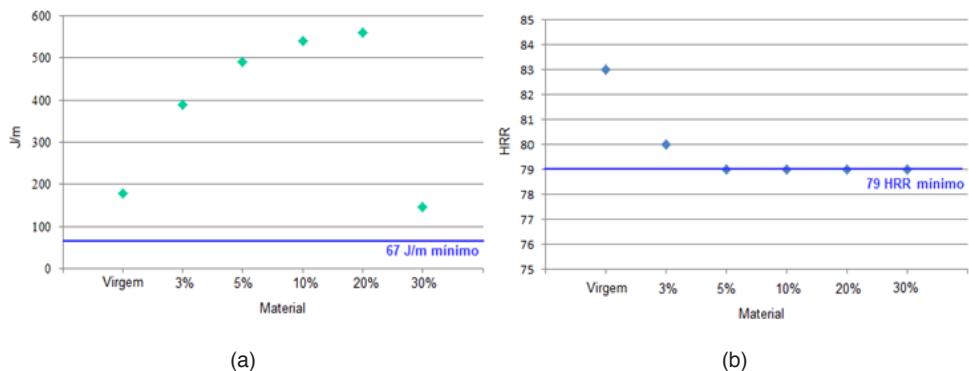


Figura 2. Média das amostras para os ensaios de (a) Impacto; (b) Dureza.

Fonte: Autor (2020)

3.3 Ensaio de Tração

A Figura 3(a, b) mostram os resultados do ensaio de tração, o limite de resistência e alongamento. A Figura 3(a) demonstra resultados muito próximos ao limite mínimo especificado, porém abaixo deste limite após adição de 10% de PP reciclado. A Figura 3b demonstra um alongamento médio crescente até a adição de 5% de PP reciclado, registrando uma queda contínua a partir da adição de 10% de PP reciclado. A redução do limite de resistência e alongamento, a partir de 10%PP-reciclado, mostra que a partir desta quantidade podem ter surgidos defeitos internos o que fragilizou o material (OLIVEIRA, 2006). O processo degradativo por termo-oxidação do PP-reciclado provocou cisões moleculares o que fragilizou as misturas ocasionando uma redução do alongamento e limite de resistência (WEE et al., 2018).

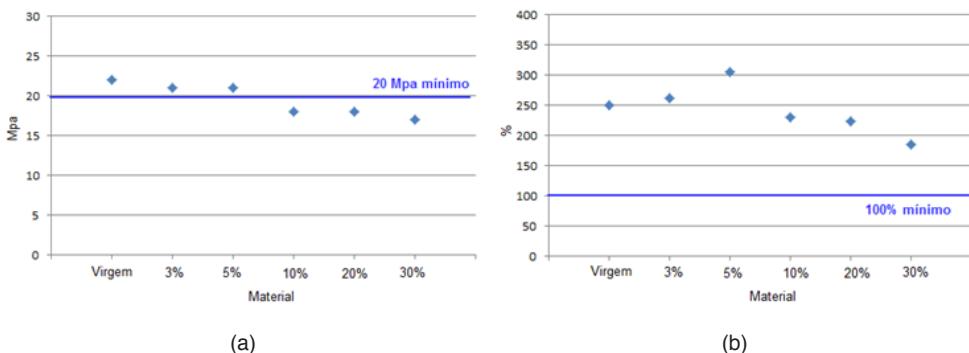


Figura 3. Resultados médios do ensaio de tração (a) Limite de resistência, (b) Alongamento.

Fonte: Autor (2020)

4 | CONCLUSÃO

A análise por FTIR mostrou a presença do PP-reciclado nas misturas pela presença de bandas que indicam grupos carbonila.

Os ensaios de impacto e dureza mostraram que o 5, 10, 20%PP-reciclado apresentaram valores acima do PP-virgem. O 30%PP-reciclado apresentou valor de resistência ao impacto abaixo do PP-virgem. Todas as misturas e o PP-virgem obtiveram valores acimas ou iguais ao mínimo especificado.

O ensaio de tração mostrou que os 10, 20 e 30% PP-reciclado apresentaram valores de limites de resistências inferiores ao PP-virgem e ao valor mínimo especificado. O valor do alongamento mostrou que os valores de 10, 20 e 30% PP-reciclado apresentara valores inferiores ao PP-virgem, porém superior ao valor mínimo especificado.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a viabilidade de utilizar material PP reciclado sem comprometer os limites mínimos especificados utilizados neste artigo é de no máximo 5% de material PP reciclado, a partir deste limite; a utilização deve ser acompanhada por um extenso estudo das propriedades prioritárias (impacto, dureza, alongamento e tração) para cada tipo de aplicação (projeto).

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, R. L., CARVALHO, L. H., RAMOS, S. M. L. S. “**Propriedades mecânicas de resíduos plásticos urbanos da região nordeste. I – Influência das condições de processamento.**” In: Polímeros: Ciência e Tecnologia. v.5, n.3, 1995. 42-47p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 256: Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics.** 2010 e 11.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 638: Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.** 2014.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 785: Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials.** 2015.

BOMFIMA, A. S. C.; MACIEL, M. M. Á. D.; VOORWALD, H. J. C.; BENINI, K. C. C. C.; OLIVEIRA, D. M.; CIOFFI, M. O. H. **Effect of different degradation types on properties of plastic waste obtained from espresso coffee capsules.** In: Waste Management. v.83, 2019. 123-130p.

BRYDSON, J. A. **Plastics materials.** In: Library of Congress Cataloguing in Publication Data. 7, 1999.

FERNANDES, B. L.; DOMINGUES, A. J. **Caracterização Mecânica de Polipropileno Reciclado para a Indústria Automotiva.** In: Polímeros: Ciência e Tecnologia. v.17, n.2, 2007. 85-87p.

GRISA, A. M. C.; ZENI, M. **Análise termogravimétrica de polímero commodity polipropileno (PP) em aterro sanitário.** In: Revista Iberoamericana de Polímeros. v.9, 2008.

MUSTAFA, N. **Plastics Waste Management: Disposal, Recycling, and Reuse**. In: Marcel Dekker, Inc., New York, 1993.

OLIVEIRA, A. J. D. **Caracterização Mecânica e Reológica de Polipropileno Reciclado para a Indústria Automotiva**. In: Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: PUC-PR, 2006.

RABELLO, M. **Aditivação de Polímeros Artiliber** São Paulo: Editora Ltda, 2000.

STRAPASSON, R. **Valorização do Polipropileno Através de sua Mistura e Reciclagem**. In: Dissertação de Mestrado. Curitiba: UFGP, 2004.

WEE, J.-W.; CHOI, M.-S.; HYUN, H.-C.; HWANG, J.-H.; CHOI, B.-H. **Effect of weathering-induced degradation on the fracture and fatigue characteristics of injection-molded polypropylene/talc composites**. In: International Journal of Fatigue. v.117, 2018. 111-120p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço HP 41, 43, 44, 46, 47, 48, 51

B

Biomateriais 66, 67, 78, 79, 81, 82, 88, 89

C

Carburização 41, 43, 44, 46, 47, 51

Corrosão 53, 55, 62, 63, 64, 67, 68, 90

D

Domínios magnéticos 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 50

E

Eficiência de corrente 53, 55, 56, 57, 58, 64

Eletrogalvanização 53, 54, 55

Escória 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 37, 38, 39, 40

F

Fadiga 66, 67, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 79

H

Hidroxiapatita 81, 83, 84, 88, 89

L

Ligas de titânio 66, 68, 72, 73, 74

M

Microscopia Kerr 41

N

Nanoindentação 18, 19, 20, 22, 23

P

PBAT 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Polímero natural 81, 86

PP 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 52

Propriedades mecânicas 10, 11, 12, 16, 18, 19, 38, 54, 66, 68, 71

R

Reciclagem 10, 11, 17, 26, 28, 39

Resíduos 11, 13, 16, 26, 28, 29, 39

Resistência 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 23, 53, 55, 57, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 81, 82, 83, 84, 86, 88

Revestimento metálico 53, 54

T

Tratamento alcalino 66, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77

U

Ultramicrodureza 18, 21, 23

V

Vidro 18, 20, 21, 23, 24, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Vitrocerâmico 26, 29, 32, 34, 35, 36, 37

Z

Zinco 27, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65

COLEÇÃO

DESAFIOS

DAS

ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA



🌐 www.atenaeditora.com.br

✉️ contato@atenaeditora.com.br

-instagram: @atenaeditora

-facebook: facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS

DAS

ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA



🌐 www.atenaeditora.com.br

✉️ contato@atenaeditora.com.br

instagram.com/atenaeditora

facebook.com/atenaeditora.com.br