



JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
RENNAN OTAVIO KANASHIRO
(ORGANIZADORES)

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 3

 **Atena**
Editora
Ano 2020



JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
RENNAN OTAVIO KANASHIRO
(ORGANIZADORES)

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 3

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
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 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 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 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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª 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^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 Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. 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. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Luiza Alves Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

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

A526 Ampliação e aprofundamento de conhecimentos nas áreas das engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-389-7

DOI 10.22533/at.ed.897201709

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. I. Dallamuta, João. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Kanashiro, Rennan Otavio.

CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Como definir a engenharia? Por uma ótica puramente etimológica, ela é derivada do latim *ingenium*, cujo significado é “inteligência” e *ingeniare*, que significa “inventar, conceber”.

A inteligência de conceber define o engenheiro. Fácil perceber que aqueles cujo ofício está associado a inteligência de conceber, dependem umbilicalmente da tecnologia e a multidisciplinaridade.

Nela reunimos várias contribuições de trabalhos em áreas variadas da engenharia e tecnologia. Ligados sobretudo a indústria petroquímica com potencial de impacto nas engenharias. Aos autores dos diversos trabalhos que compõe esta obra, expressamos o nosso agradecimento pela submissão de suas pesquisas junto a Atena Editora. Aos leitores, desejamos que esta obra possa colaborar no constante aprendizado que a profissão nos impõe.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PROPOSAL OF A CONCEPT FOR MODELING SMALL WIND TURBINES

Heitor Andrade Porto
Arthur José Vieira Porto
Carlos Alberto Fortulan

DOI 10.22533/at.ed.8972017091

CAPÍTULO 2..... 14

PROPOSTA DE ALGORITMO PARA REGRAS DE CIRCULAÇÃO DE TRENS EM FERROVIA SINGELA COM PONTOS DE CRUZAMENTO EM MODELO DE SIMULAÇÃO BASEADA EM EVENTOS DISCRETOS OU AGENTES

Rafael Buback Teixeira
Luiz Henrique Lima Faria
Afonso Celso Medina
Augusto Cesar Pereira
Frederico Augusto Coelho Vieira da Costa
Luiz Antonio Silveira Lopes
Ivan Ronei Herzog Mação Campos
Lucas Corteletti Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.8972017092

CAPÍTULO 3..... 31

OTIMIZAÇÃO NÃO LINEAR E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS: FERRAMENTAS NA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO

Simone Aparecida Rocha
Thiago Gomes de Mattos
Rodrigo Tomás Nogueira Cardoso
Eduardo Gonzaga da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.8972017093

CAPÍTULO 4..... 47

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE APROVEITAMENTO COM GERAÇÃO HÍBRIDA HIDRÁULICO-FOTOVOLTAICO

Marianna Aranda Lima

DOI 10.22533/at.ed.8972017094

CAPÍTULO 5..... 59

DIAMOND INTEGRATED COATING BY ELECTROPLATING PROCESS - AN OVERVIEW

Regina Bertília Dantas de Medeiros
Janary Martins Figueiredo Filho
Meysam Mashhadikarimi
Uilame Umbelino Gomes

DOI 10.22533/at.ed.8972017095

CAPÍTULO 6..... 70

TECNOLOGIA ASSISTIVA: PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA ESTÍMULO SENSORIAL

INTENSIVO

Mauro Fonseca Rodrigues
Diane Johann
Leonardo Rafael Willers
Gracieli Cristina Scherer
Kelly Gabriela Poersch

DOI 10.22533/at.ed.8972017096

CAPÍTULO 7..... 83

OBTENÇÃO DE NANOFERRITA DE MANGANÊS PELO MÉTODO DE COMBUSTÃO EM SOLUÇÃO (SCS) PARA APLICAÇÃO EM BIONANOCOMPOSITO

Ana Clara Ferreira de Sousa
Débora Albuquerque Vieira
Mireli Tomazi Fidelis
Anderson Souza Silva
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa

DOI 10.22533/at.ed.8972017097

CAPÍTULO 8..... 94

TRATAMENTO DE METAIS PESADOS PRESENTES EM RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS POR ESTABILIZAÇÃO E SOLIDIFICAÇÃO EM MATRIZ DE CIMENTO

Eder Saulo de Freitas Galindo
André Luiz Fiquene de Brito

DOI 10.22533/at.ed.8972017098

CAPÍTULO 9..... 109

ESTUDO DA COMPACTAÇÃO E SINTERIZAÇÃO DE PÓS CERÂMICOS DE ZnO (ÓXIDO DE ZINCO) OBTIDOS POR REAÇÃO DE COMBUSTÃO COM POTENCIAL PIEZOELÉTRICO

Verônica Barbosa da Silva
Débora Albuquerque Vieira
José Bruno Silva Gomes
Sara Paulina Noronha Lima
Herbert Fonseca da Silva
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa

DOI 10.22533/at.ed.8972017099

CAPÍTULO 10..... 122

INFLUÊNCIA DO USO DE AGENTE MODIFICADOR DE IMPACTO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO COPOLÍMERO RANDÔMICO DE POLIPROPILENO

Jesus Rogério Damé Pereira
Carmen Iara Walter Calcagno
Ruth Marlene Campomanes Santana

DOI 10.22533/at.ed.89720170910

CAPÍTULO 11..... 134

INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE SORBITOL E PROPILENOGLICOL NAS

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FILMES DE QUITOSANA

Letícia Pereira Almeida

Francisco Fábio Oliveira de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.89720170911

CAPÍTULO 12..... 140

O QUE FAZER COM OS REEE DO CESC E CESC?

Fernando Wesley Pinheiro Brito

Railane dos Santos de Sousa

Ana Sávia Constâncio da Silva

Maria de Fátima Salgado

DOI 10.22533/at.ed.89720170912

CAPÍTULO 13..... 152

LEVANTAMENTO SOCIOAMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS PERTENCENTES AO COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SANTA TEREZA E SANTO ANTÔNIO

Walberisa Magalhães Gregório

Maria Cristina Bueno Coelho

Mauro Luiz Erpen

Maurilio Antônio Varavallo

Juliana Barilli

Asafe Santa Bárbara Gomes

Marcos Vinicius Giongo Alves

Marcos Vinícius Cardoso Silva

Yandro Santa Brigida Ataíde

DOI 10.22533/at.ed.89720170913

CAPÍTULO 14..... 160

REGRESSÃO MÚLTIPLA COMO INSTRUMENTO DE EXPLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VIOLÊNCIA NO BRASIL EM 2014

Afonso Fonseca Fernandes

Américo Matsuo Minori

Heber José de Moura

DOI 10.22533/at.ed.89720170914

SOBRE OS ORGANIZADORES 173

ÍNDICE REMISSIVO..... 174

INFLUÊNCIA DO USO DE AGENTE MODIFICADOR DE IMPACTO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO COPOLÍMERO RANDÔMICO DE POLIPROPILENO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 10/06/2020

Jesus Rogério Damé Pereira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
UFRGS, PPGEM
Porto Alegre – RS
<http://lattes.cnpq.br/2325570904819911>

Carmen Iara Walter Calcagno

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Sul-Rio-Grandense
Sapucaia do Sul – RS
<http://lattes.cnpq.br/0917832739193743>

Ruth Marlene Campomanes Santana

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
UFRGS, PPGEM
Porto Alegre – RS
<http://lattes.cnpq.br/0920196032137472>

RESUMO: O copolímero randômico de polipropileno (PPr) é um polímero amplamente utilizado na injeção de utilidades domésticas, indicado para injeção de peças que necessitem de ótima transparência e bom balanço de rigidez/impacto. A resistência ao impacto é uma das propriedades mecânicas mais críticas, em aplicações que demandam esse tipo de esforço; para melhorar essa propriedade, geralmente são adicionados elastômeros em mistura física que resolvem o problema da fragilidade ao impacto, porém prejudicam a transparência das peças moldadas. Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo analisar a influência da adição

do copolímero de propileno-etileno (AGt) nas propriedades mecânicas e ópticas do PPr. Foram preparadas misturas do PPr com diferentes teores mássicos, de 1%, 3%, 5%, e 10% do AGt e todas as composições foram processadas por injeção para obtenção de corpos de prova. As amostras foram caracterizadas por testes mecânicos e ópticos. Resultados do ensaio de tração mostraram uma leve redução no módulo de Young e na resistência no escoamento, e aumento gradual da tenacidade com o aumento do teor de AGt; já no resultado do ensaio de impacto, teve um aumento de 100% com 10% de AGt. Os resultados ópticos das amostras, indicaram que não houve uma mudança significativa na transparência e cor entre elas. Os resultados demonstram que o teor com melhor balanço de propriedades do AGt foi de 10%, apresentando o melhor desempenho mecânico sem prejudicar a transparência e processamento nas amostras estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Polipropileno copolímero, resistência ao impacto, transparência.

INFLUENCE OF THE USE OF IMPACT MODIFIER AGENT ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE RANDOMIC POLYPROPYLENE COPOLYMER

ABSTRACT: The random copolymer of polypropylene (PPr) is a polymer widely used in the injection of housewares, indicated for injection of parts that need excellent transparency and good balance of rigidity / impact. Impact resistance is one of the most critical mechanical properties, in applications that require this type of effort; to improve this property, elastomers are

usually added in physical mixture that solve the problem of fragility to impact but impair the transparency of the molded parts. In this sense, this work aims to analyze the influence of the addition of the propylene-ethylene copolymer (AGt) on the mechanical and optical properties of the PPr. Mixtures of PPr with different mass contents of 1%, 3%, 5%, and 10% of AGt were prepared and all compositions were processed by injection to obtain specimens. The samples were characterized by mechanical and optical tests. Results of the tensile test showed a slight reduction in Young's modulus and resistance in flow, and a gradual increase in toughness with the increase in AGt content; in the result of the impact test, there was an increase of 100% with 10% of AGt. The optical results of the samples indicated that there was no significant change in transparency and color between them. The results demonstrate that the content with the best balance of AGt properties was 10%, presenting the best mechanical performance without impairing the transparency and processing in the studied samples.

KEY WORDS: Copolymer polypropylene, impact resistance, transparency.

1 | INTRODUÇÃO

O copolímero randômico de polipropileno (PPr) é um polímero amplamente utilizado na injeção de utilidades domésticas, indicado para injeção de peças que necessitem de ótima transparência com um bom balanço de rigidez/impacto.

A transparência e a resistência ao impacto são propriedades importantes requeridas quando o PP é aplicado na injeção de utilidades domésticas, fazendo-se necessários a tenacificação deste material. O alto custo atribuído a P&D na síntese de novos polímeros e a diversidade de materiais que podem ser obtidos por meio de blendas poliméricas, têm estimulado pesquisadores do meio acadêmico a desenvolver suas pesquisas nessa área. (WILHELM, 2000) Para melhorar essa propriedade no PP randômico, geralmente são adicionados elastômeros em mistura física que resolve o problema da fragilidade ao impacto, porém prejudica a transparência e o módulo de Young das peças moldadas. (BULHÕES, 2011)

Estudos apontam o uso de materiais elastoméricos como tenacificantes no polipropileno, sendo eles, SEBS (ABREU, FORTE e LIBERMAN, 2005), SBS (GREIN, GAHLEITNER e BERNREITNER, 2012), EVA (PESSAN et al., 2009), EPDM (HANAMOTO e FELISBERTI, 2003) e TPE (OLIVEIRA et al., 2015), sendo que todos estes interferem nas propriedades óticas das peças moldadas. Em geral as proporções usadas para tenacificar o PP, variam entre 5% a 30% em massa. Silva, Forte e Liberman (2003), no estudo com aplicação de 5% de SBS e de SEBS no PPr, não observaram ganhos de resistência ao impacto das amostras, já com a adição de 30% de SBS ou de SEBS as amostras ensaiadas não apresentaram ruptura. Abreu, Forte e Liberman (2004) ao estudarem PPr com blendas de TPE, não observaram ganhos de resistência ao impacto com a adição de 5% de TPE, ao passo que com a adição de 10% de TPE observou-se um aumento de 46% na resistência ao impacto. Outro material usado como agente tenacificante para o PP é o polipropileno

copolímero com alto teor em etileno, indicado para aplicações onde se requer melhorias na resistência ao impacto e na tenacidade, sem prejudicar as propriedades óticas do PP (SVAB et al., 2018). Nesse contexto, o presente estudo busca avaliar o efeito da adição de diferentes teores de copolímero de propileno-etileno nas propriedades mecânicas e óticas do copolímero randômico de polipropileno. A análise e discussão dos resultados dos ensaios e análises dos corpos de provas obtidos por processo de injeção servirão como base para definir o teor de mistura que apresenta o melhor balanço entre rigidez/impacto.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

O material usado neste estudo foi o copolímero randômico de polipropileno (PPr) Braskem, IF 87 g/10 min, densidade 0,902 g/cm³ e como agente tenacificante o copolímero de propileno-etileno (AGt) da ExxonMobil, IF 20 g/10 min, densidade 0,862 g/cm³. Foram realizadas 5 formulações de PPr com o AGt nas proporções mássicas conforme mostra a Tabela 1.

Materiais	Amostra 0	Amostra 1	Amostra 3	Amostra 5	Amostra 10
PPr	100	99	97	95	90
AGt	0	1	3	5	10

Tabela 1 - Proporções mássicas das amostras avaliadas

2.2 Processamento

Optou-se por injetar diretamente as misturas físicas das diferentes amostras, devido à regularidade da forma física dos componentes da mistura.

Os corpos de prova foram moldados por injeção em um molde de duas cavidades, com canal frio, conforme ASTM D 638. A máquina usada foi uma injetora Arburg modelo 420 C com rosca universal de 40 mm. Os principais parâmetros de processo são mostrados na Tabela 2.

Parâmetro de processo	Especificação
Temperaturas de processamento	245°C(bico);230°C;240°C;240°C;210°C
Velocidades de injeção	V1 = 50,0 ccm/s ⁽¹⁾ ; V2 = 35,0 ccm/s ⁽¹⁾
Pressões de injeção	P1 = 650 bar; P2 = 90 bar
Pressão de recalque	25 bar
Tempo de ciclo	35,01 segundos

Temperatura das cavidades	Cav. fêmea = 18° C; Cav. Macho = 19° C
---------------------------	--

Tabela 2 - Parâmetros de processamento usado na injeção dos corpos de prova

Nota: [1] Unidade de medição para velocidade de injeção indicada no painel da máquina injetora Arburg 420

2.3 Caracterização

Foram realizados ensaios de impacto IZOD teste método E com entalhe, de acordo com a ASTM D256. Em cada ensaio foram analisados 28 corpos de prova para cada tipo de amostra, utilizando martelo de 10,8J.

O ensaio de tração uniaxial foi realizado na máquina de ensaios universal INSTRON 3367, de acordo com a ASTM D 638. O experimento foi realizado com temperatura de 10°C, com célula de carga de 30kN com velocidade de afastamento das garras de 100 mm/min. Foram ensaiados 16 corpos de prova para cada tipo de amostra. Foi gerado um gráfico de tensão x deformação para representar de forma visual o comportamento das diferentes amostras ao longo do ensaio de tração. Os dados usados para gerar esse gráfico foram dos corpos de prova que melhor representaram a média de alongamento % para cada teor de AGt.

O módulo de tenacidade (U_t) foi obtido por meio do cálculo da área média sob as curvas tensão x deformação de cada conjunto de amostras. Para calcular as áreas sob as curvas, foi usado o método numérico de integração por aproximação trapezoidal, com auxílio do programa MatLab. A função “trapz”, usada no programa MatLab consiste em aproximar a integral de uma curva pelas áreas dos trapézios descritos sob ela. (SERIGHELLI, TURR e JOSE, 2016)

Os testes ópticos de brilho e cor foram realizadas com o auxílio do espectrofotômetro portátil Spectro-Guide, modelo Sphere Gloss, da marca BYK. O ensaio de cor foi realizado conforme o espaço de cores CIEL*a*b, da Comissão Internacional de Iluminação, utilizado para avaliação das cores que correlaciona os valores da cor com a percepção visual humana. As análises das diferentes amostras foram realizadas em triplicata, em regiões aleatórias da face dos corpos de prova com 1,4 mm de espessura, conforme Figura 1.



Figura 1 - Corpo de prova usados para ensaio de cor e brilho

Fonte: Autor

As medições resultaram nos valores de a^* , b^* e L^* , que compõem as variáveis do espaço cromático CIEL*a*b e nos valores de G que se refere ao brilho. As coordenadas cromáticas: L^* como a luminosidade (100 = claro e 0 = escuro), a^* (+a = vermelho e -a = verde); b^* (+b = amarelo e -b = azul).

Também foram avaliados os valores de ΔE^* (diferença total de cores entre as três coordenadas), calculados de acordo com a Equação 1.

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (1)$$

Onde:

ΔL^* = Diferença em mais claro e escuro (+ L^* = mais claro, - L^* = mais escuro);

Δa^* = Diferença em vermelho e verde (+ a^* = mais vermelho, - a^* = mais verde);

Δb^* = Diferença em amarelo e azul (+ b^* = mais amarelo, - b^* = mais azul);

ΔE^* = Diferença total de cor. (CTBORRACHA..., 2019)

Os valores de ΔE^* dos corpos de prova com AGt foram comparados com o corpo de prova padrão sem o agente tenacificante e os resultados foram avaliados de acordo com a escala das diferenças de cor, conforme Tabela 3.

Valor de ΔE^*	Escala das diferenças de cor
0 - 1	Diferença praticamente invisível
1 - 2	Diferença muito pequena, apenas perceptível para um olho treinado
2 - 3,5	Diferença média, mas perceptível para um olho não treinado
3,5 - 5	Diferença óbvia
>5	Diferença muito óbvia

Tabela 3 - Escala das diferenças de cor ΔE^* quando corpo de prova é comparado com padrão

Fonte: Adaptado de (CTBORRACHA..., 2019)

Foi realizada uma comparação dos resultados das propriedades entre os conjuntos estudados, por meio da análise de variância com nível de confiança de 95%. Amostras com a mesma letra indicam que não possuem diferença significativa no resultado, já amostras com letras diferentes indicam que há diferença significativa entre os resultados apresentados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.4 Propriedades mecânicas

A Figura 2 apresenta os resultados de resistência ao impacto para as amostras ensaiadas em função do teor do agente tenacificante.

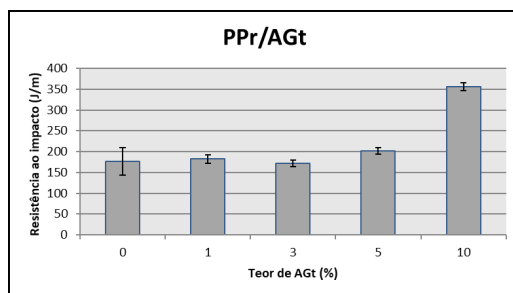


Figura 2 - Resistência ao impacto das amostras avaliadas em função do teor de AGt

Amostras com 1% e 3% de AGt não foi verificada variações significativas na resistência ao impacto quando comparado ao PPr, já com 5% de AGt teve um aumento em 12% em relação ao PPr. No estudo de Silva, Forte e Liberman (2003), com a incorporação de 5% de SBS no PPr, não observaram ganhos de resistência ao impacto das amostras, o mesmo ocorreu com a adição de 5% do aditivo SEBS, indicando que o AGt se mostra mais eficiente para ganhos em resistência ao impacto quando comparado ao SBS e SEBS.

Cabe destacar que a amostra com o teor de 10% de AGt apresentou um aumento considerável 100% do valor de resistência ao impacto ao PPr. O aumento de resistência ao impacto nas amostras com teores de 5% e 10% de AGt, pode ser atribuído à criação de mecanismos de deformação capazes de dissipar a energia de tensão ao longo da estrutura do material, reduzindo o dano ao impacto e a propagação de trincas catastróficas. Tais mecanismos foram obtidos por meio da incorporação do AGt, que possui alto teor de etileno com diferentes distribuições de comprimento de monômero e massas molares. (CHEN et al, 2015). No estudo de Abreu, Forte e Liberman (2005), do PPr com blendas de SEBS e SBS, com a adição de 10% de TPE foi observado um aumento em mais de 46% na resistência ao impacto, mostrando que o AGt é tão eficiente quanto os materiais estudados.

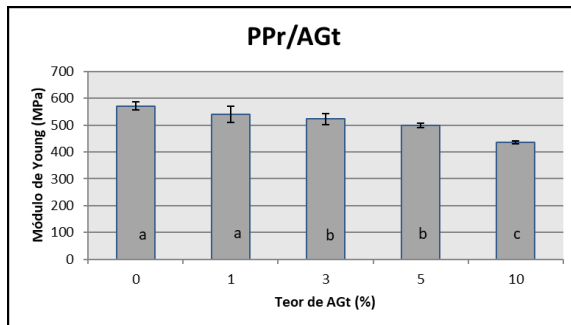


Figura 3 - Resultados do módulo de Young das amostras avaliadas em função do teor de AGt

A Figura 3 apresenta os resultados do módulo de Young obtidos nos cinco conjuntos dos corpos de prova ensaiados. Observa-se uma variação significativa no módulo de Young a partir da adição de 3% de AGt, onde ocorre uma redução de 8% no valor médio do módulo. Com adição de maiores percentuais de AGt o módulo diminui progressivamente, sendo que a queda máxima de 23% foi observada na amostra com 10% de AGt.

Resultado semelhante foi observado por Hanamoto e Felisberti (2006) no estudo da tenacificação do polipropileno randômico com uso de 10% de EPDM, onde foi observado uma redução de 21% no módulo. Grein, Gahleitner e Bernreitner (2012) também estudaram a tenacificação do polipropileno randômico com uso de 20% de SEBS e observaram uma queda de 27% no módulo dessas amostras.

A Figura 4 apresenta os resultados de tensão na ruptura para os cinco conjuntos de amostras ensaiadas.

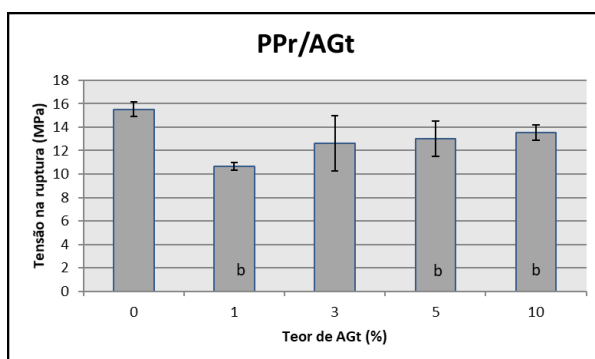


Figura 4 - Resultados de tensão na ruptura das amostras avaliadas em função do teor de AGt

As amostras sem AGt apresentam resistência a ruptura superior as demais amostras em que o aditivo foi usado. O uso de 1% de AGt diminuiu a resistência à ruptura

em 16%, porém o incremento de aditivo em maiores percentuais não provocou alterações significativas nessa propriedade. Uma queda de 10% na resistência a ruptura foi observada na pesquisa de Abreu, Forte e Liberman (2005) com a adição de 10% de SEBS ao PPr, a adição de maiores percentuais de aditivo não apresentou diferença significativa dessa propriedade. Dessa forma, é possível observar que a quantidade de AGt não interfere nos resultados de resistência à ruptura nas amostras ensaiadas.

A Figura 5 apresenta os resultados de tenacidade para as amostras avaliadas em função do teor de AGt.

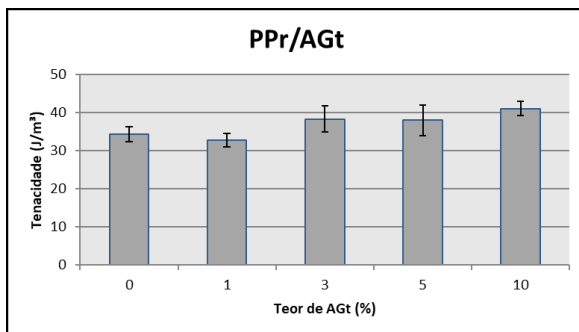


Figura 5 - Resultados de tenacidade das amostras avaliadas em função do teor de AGt

Observa-se que a partir de 3% de AGt observa-se um acréscimo de 17% em tenacidade, sendo que esse valor não muda com a adição de maiores percentuais de AGt. Por meio dessa análise, é possível observar que em teores que variam de 3 a 10% de AGt há um aumento da tenacidade média, porém estatisticamente são similares.

3.5 Propriedades ópticas

A transparência é um fator importante nas peças injetadas em polipropileno randômico, visto que este é um dos principais diferenciais desse material. (BULHÕES, 2011) A adição de misturas e o processamento podem resultar em alteração de brilho, variação de cor e redução na transparência. (MARTINS, SANTANA, 2019) Os ensaios de cor e brilho foram aplicados para avaliar se com a adição de AGt no PPr as amostras sofreriam algum tipo de alteração nas propriedades ópticas. A transparência foi verificada de forma visual, comparando o quanto fica legível a leitura de um texto através dos corpos de prova.

Teor de AGt	(a*)	(b*)	(L*)	(G)	ΔE^*
0	-0,31 ± 0,04 ^a	7,13 ± 0,12 ^a	83,9 ± 0,35 ^a	108,7 ± 4,6 ^a	-
1	-0,31 ± 0,02 ^a	7,07 ± 0,07 ^a	83,6 ± 0,15 ^a	105,9 ± 2,7 ^a	0,25
3	-0,36 ± 0,06 ^a	7,02 ± 0,19 ^a	83,8 ± 0,14 ^a	102,1 ± 5,7 ^a	0,41
5	-0,32 ± 0,03 ^a	7,02 ± 0,04 ^a	83,8 ± 0,12 ^a	106,3 ± 2,9 ^a	0,04
10	-0,30 ± 0,01 ^a	6,95 ± 0,13 ^a	83,4 ± 0,36 ^a	101,4 ± 1,2 ^a	0,42

Tabela 4 - Resultados de cor e brilho das amostras avaliadas

A Tabela 4 apresenta os resultados dos parâmetros de cor e brilho das amostras avaliadas. Nela estão descritos os valores de variação de cor entre verde-vermelho (a*), índice de amarelecimento (b*), luminosidade (L*), brilho (G) e a variação de cor total em relação à amostra sem AGt (ΔE^*).

Não houve diferença significativa de cor, luminosidade e brilho entre os diferentes corpos de prova avaliados. Esse resultado confirma a expectativa de aplicação desse aditivo, que por ser um copolímero de propileno-etileno rico em propileno e alto conteúdo amorfo, que quando misturado ao PPR não altera de forma significativa a transparência, resultado de grande interesse para a aplicação desse material. (CHUKOV et al., 2017; LU et al., 2017) A literatura técnica do AGt, fornecida pelo fabricante, reforça a sinergia entre os dois materiais e demonstra graficamente em seu estudo, que com a adição de até 10% desse material ao PPR não ocorre diferença na transparência do produto e obtêm-se peças com baixo índice de opacidade.

No estudo de Grein, Gahleitner e Bernreitner (2012), foi avaliado a adição de diferentes tipos de agentes tenacificantes no PP. Obtiveram ganhos significativos de resistência ao impacto com a adição de 20% do copolímero de etileno-1-octeno (EOC) à matriz de copolímero randômico de polipropileno. Essa mistura possibilitou combinar o ganho de resistência ao impacto e um nível de transparência próximo ao da matriz de PPR virgem, mostrando que a adição de até 20% de EOC não interfere nas propriedades ópticas da blenda.

Na pesquisa de Petchwattana, Covavisaruch e Sripanya (2013), foi investigado a influência da adição de um agente de nucleação β à base de borracha de estireno butadieno nanoescalonado específico (β -NA), nas propriedades do polipropileno isotático (iPP). Eles observaram uma melhoria significativa nas propriedades de impacto das misturas com a adição de teores que variam entre 0,05% e 0,2%, sendo que em maiores teores a resistência ao impacto tende a diminuir. Verificaram também, que as propriedades de cor b^* não sofreram alteração significativa com o aumento do teor de agente, entretanto, as amostras sofreram alteração de luminosidade L^* à medida que o teor de agente foi aumentado, deixando as amostras mais opacas. Tal fato foi atribuído à maior cristalinidade induzida nas amostras de iPP nucleada com β -NA, onde os numerosos cristais finos impediram a transmissão da luz através das amostras.

Quanto à diferença total de cor (ΔE^*), ao comparar as amostras com o AGt em relação às amostras sem o AGt, os valores encontrados são <1 , que de acordo com a tabela de escalas de diferenças de cor CIEL*a*b*, essa diferença de cor entre os corpos de prova é praticamente imperceptível, resultado que corrobora com os resultados de cor, luminosidade e brilho avaliados, mostrando que a adição de até 10% de AGt não interfere nas propriedades cor e brilho dos corpos de prova injetados.

A Figura 6 apresenta uma comparação visual da transparência entre os corpos de prova injetados com cinco diferentes teores de AGt. Os números nos corpos de prova representam o teor de AGt.

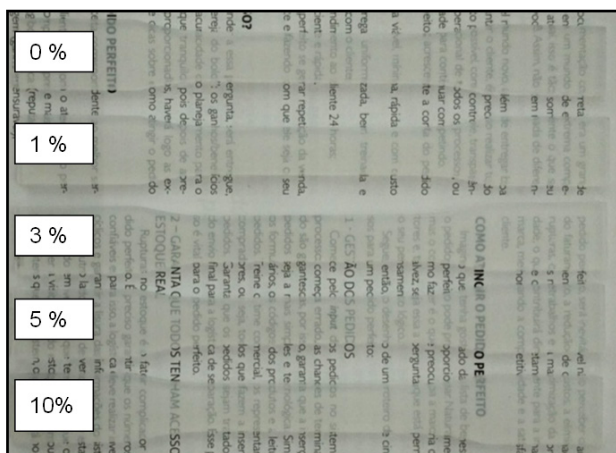


Figura 6 - Comparação visual da transparência entre dos corpos de prova com diferentes teores de AGt

A transparência observada de forma visual está relacionada com a nitidez possível de ver os textos através das amostras avaliadas de forma visual. (KRISTIANSEN et al., 2006; KRISTIANSEN et al., 2003; WANG, DOU, 2009). No estudo de Kristiansen et al. (2006), foi analisado o comportamento de fase do iPP com a adição de diferentes teores de agente clarificante Bis(3,4-dimethylbenzylidene) sorbitol (DMDBS, Millad 3988), e constatado que além do teor de agente usado, as condições de processamento de injeção também podem afetar a transparência e opacidade dos corpos de prova. Informação importante, pois ao processar as amostras para o presente estudo se tomou o cuidado de garantir um padrão nos parâmetros de processo.

Por meio de análise visual entre os cinco corpos de prova apresentados, não se observou uma mudança perceptível a olho nu na transparência, de forma que comprometesse a capacidade de leitura através dos corpos de prova que variam de 0% a 10% de AGt, reforçando os resultados das análises de cor e brilho citadas anteriormente.

Tal fato permite constatar que os diferentes teores de AGt não interferiram na transparência dos corpos de prova avaliados.

4 | CONCLUSÃO

A adição de teores de AGt até de 3% não promoveu mudanças significativas nos valores de tensão máxima. Por outro lado, o teor de AGt não interferiu nos resultados de resistência à ruptura nas amostras ensaiadas. As misturas PPr/AGt exibiram um aumento significativo na tenacidade e ductilidade, mas uma pequena diminuição na rigidez, como resistência à tração e módulo de elasticidade. A resistência ao impacto aumentou significativamente com o conteúdo de 10% de AGt para obter misturas de polímeros tenacificados. Não houve diferença significativa de cor, luminosidade e brilho entre as diferentes amostras avaliadas, confirmando a expectativa de aplicação desse aditivo que quando misturado ao PPr não altera de forma significativa tais propriedades.

Finalmente, conclui-se que o teor ótimo, que apresentou melhor desempenho mecânico à tração e impacto, foi com 10% de AGt, ressaltando que não houve uma mudança significativa nas propriedades ópticas entre as amostras.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. O. M. S.; FORTE, M. M. C.; LIBERMAN, S.A. **SBS and SEBS block copolymers as impact modifiers for polypropylene compounds**: Journal of Applied Polymer Science, vol. 95, 2005, p. 254-263
- BULHÕES, C. C. J. R. **Tenacificação de polipropileno com elastômeros olefínicos para aplicações com requisitos de transparência ótica**: Dissertação de Mestrado – UFSCar – São Paulo; 2011
- CHEN, F.; QIU, B.; SHANGGUAN, Y.; SONG, Y.; ZHENG, Q. **Correlation between impact properties and phase structure in impact polypropylene copolymer**: Journal Materials and Design; vol. 69. p. 56-63, DOI10.1016/j.matdes.2014.12.052, 2015
- CHUKOV, N. A.; LIGIDOV, M. K.; PAKHOMOV, S. I.; MIKITAEV, A. K.; **Polypropylene Polymer Blends**. Russian journal of general chemistry; vol. 59, p. 114-125, DOI: 10.1134/S1070363217090523, 2017
- GREIN, C.; GAHLEITNER, M.; BERNREITNER, K. **Mechanical and optical effects of elastomer interaction in polypropylene modification: Ethylene-propylene rubber, poly-(ethylene-co-octene) and styrene-butadiene elastomers**. Express Polymer Letters, vol. 6, n°9, 2012, p. 688-696
- HANAMOTO, L. S.; FELISBERTI, M. I. **Blendas de polipropileno sindiotático com EPDM**. Porto Alegre - RS: Anais do 7° CBPol, 2003. p. 712-714
- KRISTIANSEN, M.; GRESS, A.; SMITH, P.; HANFT, D.; SCHMIDT, H. W.; **Phase behavior, nucleation and optical properties of the binary system isotactic polypropylene N,N',N''-tris-isopentyl-1,3,5-benzene-tricarboxamide**. Polymer; vol 47. p. 249-253, DOI: 10.1016/j.polymer.2005.08.053, 2006

KRISTIANSEN, M.; WERNER, M.; TERVOORT, T.; SMITH, P.; BLOMENHOFER, M.; SCHMIDT, H. W.; **The Binary System Isotactic Polypropylene/ Bis(3,4-dimethylbenzylidene) sorbitol: Phase Behavior, Nucleation, and Optical Properties.** Journal Macromolecules; vol 36. p. 5150-5156, DOI: 0.1021/ma030146t, 2003

LU, Y.; SUN, Y.; LI, L.; MEN, Y.; **Influence of propylene-based elastomer on stress-whitening for impact copolymer.** Journal of Applied Polymer Science, DOI: 10.1002/app.44747, 2017

MARTINS, A. B.; SANTANA, R. M. C.; **Structure-properties correlation in PP/thermoplastic starch blends containing sustainable compatibilizer agent.** Materials Research Express; p. 01-28, DOI 10doi.org/10.1088/2053-1591/ab0f73

OLIVEIRA, C. I.; MONTEIRO, D. S. P.; ROCHA, M. C. G.; SILVA, A. L. N. **Propriedades mecânicas e morfologia de misturas de polipropileno e elastômero termoplástico.** In: I ENCONTRO DE ENGENHARIA, CIÊNCIA DE MATERIAIS E INOVAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – Nova Friburgo. Rio de Janeiro; 2015

PESSAN, C. C.; LAROCCA, N. M.; HAGE, E. J.; PESSAN, L. A. **Caracterização de blendas PP/EVA/ PP-g-MA através de reometria de torque e análises mecânicas.** São Carlos - SP: Anais do 10^o CBPol, 2009

PETCHWATTANA, N.; COVAVISARUCH, S.; SRIPANYA, P.; **Effect of nano-scaled styrene butadiene rubber based nucleating agent on the thermal, crystallization and physical properties of isotactic polypropylene.** Journal of Alloys and Compounds. n^o582, p. 190-195. DOI: doi.org/10.1016/j.jallcom.2013.08.019, 2013

SERIGHELLI, P. H. G.; TURR, C. J.; JOSE, D. R.; **Método numérico para a determinação do módulo de tenacidade de materiais a partir de ensaios de tração:** Em 9^o Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar – 9^o MICTI - IFC – Instituto Federal Catarinense, ISSN 2316-7165, 2016

SILVA, F. O. M.; FORTE, M. M. C.; LIBERMAN, S. A. **Blendas de polipropileno com elastômeros termoplásticos: propriedades mecânicas e térmicas.** Porto Alegre - RS: Anais do 7^o CBPol, 2003. p. 590-591

Site: <www.ctborracha.com/colorimetria> Acesso em 31/07/2019

SVAB, I.; PUSTAK, A.; DENAC, M.; SKAPIN, A. S.; LESKOVAC, M.; MUSIL, V.; SMIT, I. **Polypropylene blends with m-EPR copolymers: Mechanical and Rheological Properties.** Journal Acta Chimica. n^o65, 2018, p. 344–353

WANG, J.; DOU, Q.; **Polypropylene/Linear Low-Density Polyethylene Blends: Morphology, Crystal Structure, Optical, and Mechanical Properties.** Journal of Applied Polymer Science. Vol.111, p. 194-202. DOI 10.1002/app.27769, 2009

WILHELM, H. M. **Modificação do polipropileno com o poli(estireno-b-butadieno-b-estireno):** Tese de Doutorado – UNICAMP – São Paulo; 2000

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo 1, 14, 15, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 35, 38, 39, 45, 46, 70, 74, 76, 77

B

Bacia Hidrográfica 52, 152, 153, 154, 156, 158, 159

Brasil 14, 34, 47, 49, 57, 58, 72, 81, 86, 97, 142, 150, 160, 161, 162, 171

C

CESC 140, 141

CESCD 140, 141

Cimento 94, 95, 96, 97, 98, 103, 106, 108

Combustão 83, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 92, 93, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 120

Compactação 96, 109, 110, 111, 113, 114, 117, 118, 119, 120

Concept 1, 3, 8, 48

D

Desenvolvimento 15, 16, 17, 47, 48, 50, 53, 71, 80, 84, 95, 97, 109, 142, 143, 150, 152, 156, 159

Dimensionamento 47, 48, 50, 51, 53, 57

Dispositivo 70, 71, 77, 81, 92, 143, 146

E

Estímulo Sensorial 70, 71, 82

F

Ferramentas 31, 59, 67, 147

Ferrovia 14, 18, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29

Filmes 134, 135, 136, 137, 138, 139

Fotovoltaico 47, 48, 50, 51, 53, 57

G

Geração 21, 32, 39, 42, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 95, 149, 150

L

Linhas de Transmissão 31, 32, 42, 44, 45, 48

M

Manganês 83, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91

Materiais 59, 72, 73, 79, 83, 85, 86, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 103, 106, 109, 110, 111,

120, 123, 124, 127, 130, 133, 135, 141, 143, 147, 149, 162, 173

Metais Pesados 94, 95, 96, 99, 100, 103, 106, 107, 108, 141, 142

Modeling 1, 3, 6, 8, 11, 29, 30

Municípios 152, 154, 156, 158

N

Nanoferrita 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91

O

Óxido de Zinco 109, 110, 111, 112, 114, 116, 118, 120

P

Piezoelétricos 111, 150

Polipropileno 122, 123, 124, 128, 129, 130, 132, 133

Pontos de Cruzamento 14, 15, 16

Process 6, 10, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 84, 108, 110

Projeto 1, 50, 51, 53, 54, 57, 70, 73, 78, 80, 81, 97, 140, 141, 142, 147, 148, 149, 151, 157, 158

Propilenoglicol 134, 135, 138

Propriedades 83, 84, 85, 91, 96, 109, 110, 111, 120, 122, 123, 124, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 150, 158

Protótipo 70, 71, 76, 78, 79, 81, 150

R

Redes Neurais 31

REEE 140, 141, 142, 143, 150, 151

Regressão 98, 160, 161, 162, 163, 168, 170, 172

Resíduos Sólidos 94, 95, 97, 106, 142, 158

S

Simulação 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 42, 43, 81

Sinterização 92, 109, 110, 111, 114, 117, 118, 119, 120

Socioambiental 152

Solidificação 94, 95, 97, 99, 103, 106, 108

Sorbitol 131, 133, 134, 135, 138

T

Tecnologia Assistiva 70, 71, 72, 81

Tratamento 46, 70, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 85, 92, 94, 95, 97, 109, 114, 163





Turbines 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12

V

Violência 160, 161, 162, 171, 172

W

Wind 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13

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

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 3


Ano 2020

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

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 3


Ano 2020