

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

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 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. 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 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. 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
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliansi Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar 4 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-889-2

DOI 10.22533/at.ed.892211003

1. Engenharia. I. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Kanashiro, Rennan Otavio (Organizador). IV. Título.

CDD 620

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. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

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

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE FLEXÃO DE VIGAS DE CONCRETO SIMPLES

Vinícius Borges de Moura Aquino

Marco Donisete de Campos

DOI 10.22533/at.ed.8922110031

CAPÍTULO 2..... 18

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE FLEXÃO DE VIGAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ARMADO

Afonso Henrique de Campos Rodrigues

Marco Donisete de Campos

DOI 10.22533/at.ed.8922110032

CAPÍTULO 3..... 34

THE USE OF BABASSU COCONUT FIBERS IN THE PRODUCTION OF CONCRETE

Wilson Alves Oliveira Junior

Maria Elayne Rodrigues Alves

Bruna Leal Melo de Oliveira

João Batista de Oliveira Libório Dourado

Aluska do Nascimento Simões Braga

Valdeci Bosco dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.8922110033

CAPÍTULO 4..... 40

RECICLAGEM DO POLIPROPILENO PARA OBTENÇÃO DO COMPÓSITO POLIMÉRICO REFORÇADO COM PÓ DE OSTRAS

Terezinha Jocelen Masson

Rafael dos Santos Lima

DOI 10.22533/at.ed.8922110034

CAPÍTULO 5..... 58

DESMITIFICANDO A RADIOATIVIDADE

Leandro Soares da Silva

Déborah Vitória de Souza Silva

Eduardo Mendonça Pereira Cavalcanti

Kauã Felipe Santiago

José Allan da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8922110035

CAPÍTULO 6..... 66

PROPOSTA DE SILO GRANELEIRO TEMPORÁRIO PARA FAZENDAS DA FRONTEIRA AGRÍCOLA DO BRASIL

José Roberto Rasi

Jorge Augusto Serafim

Jonathan Figueiredo Broetto

DOI 10.22533/at.ed.8922110036

CAPÍTULO 7.....84

USO DE METANOL E ETANOL NO DIAGNÓSTICO DE FALHAS TÉRMICAS ENVOLVENDO PAPEL KRAFT ISOLANTE

Helena Maria Wilhelm
Paulo Oliveira Fernandes
Geovana Carolina dos Santos
Maria Letícia Gomes dos Santos
Thatiane Tamyris Kuczera Pereira
Laís Pastre Dill
Daniel da Conceição Aroucha Filho
Marcelo Luiz de Carvalho Ribeiro
Arley de Paula Mar
Pedro José dos Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.8922110037

CAPÍTULO 8.....97

SÍNTESE E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM COMPÓSITO CERÂMICO ZIRCÔNIA E ALUMINA PARA APLICAÇÃO EM PRÓTESE CRANIOMAXILOFACIAL

José Victor Passos Santiago
Viviane Silva Gomide

DOI 10.22533/at.ed.8922110038

CAPÍTULO 9.....108

SUITABILITY OF INTERNAL TANK COATINGS FOR AROMATIC HYDROCARBONS STORAGE

Ulysses Ramos
Aldo Ramos Santos
Joaquim Pereira Quintela
Carlos Rene Klotz Rabello
Cleber Gonçalves Ferreira
Emmanuelle Sá Freitas

DOI 10.22533/at.ed.8922110039

CAPÍTULO 10.....120

DISEÑO DE UN FALDÓN ESTRUCTURAL CIRCULAR DE APOYO PARA UN SILO METÁLICO CON CAPACIDAD DE ALMACENAR 300 M³ DE CLINKER

Luis Orlando Cotaquispe Zevallos

DOI 10.22533/at.ed.89221100310

CAPÍTULO 11.....136

DETERMINAÇÃO DE DESCARGAS DE LODO DE REATORES UASB COM PÓS-TRATAMENTO AERADO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS DO EFLUENTE

Jane Mary Targino Moreira
Ruam Magalhães da Silva
Renata Carlos Freire

DOI 10.22533/at.ed.89221100311

CAPÍTULO 12.....	147
AVALIAÇÃO DE ÓLEO VEGETAL ISOLANTE OBTIDO DE UMA NOVA FONTE DE MATÉRIA-PRIMA: AS MICROALGAS	
Helena Maria Wilhelm	
Giorgi Dal Pont	
Claudio Aparecido Galdeano	
Eduardo João de Palma	
Luiz A. Ravaglia	
DOI 10.22533/at.ed.89221100312	
CAPÍTULO 13.....	158
ANÁLISE ESTRUTURAL DO COMPORTAMENTO SÍSMICO DE BARRAGENS DE REJEITO	
Antonio Nilson Zamunér Filho	
Gabriel Gomes Silva	
Wellington Andrade da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.89221100313	
CAPÍTULO 14.....	171
ANÁLISE DE TENSÃO E COMPARAÇÃO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM ROD END	
Jói da Silva Theis	
Luiz Carlos Gertz	
André Cervieri	
Antonio Flavio Aires Rodrigues	
Gustavo Pizarro Meneghello	
DOI 10.22533/at.ed.89221100314	
CAPÍTULO 15.....	179
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE TRATAMENTO TÉRMICO NO DESEMPENHO FOTOCATALÍTICO DE FIBRAS DE TiO₂	
Luana Góes Soares da Silva	
Annelise Kopp Alves	
DOI 10.22533/at.ed.89221100315	
CAPÍTULO 16.....	189
EFEITOS DA PIRÓLISE SUAVE EM PELLETS DE <i>Pinus</i>	
Nathalia Heloisa Dullius	
Anderson Rodrigo Heydt	
Adriana Ferla de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.89221100316	
CAPÍTULO 17.....	197
ESTUDO DE SISTEMAS ISOLANTES DE REFERÊNCIA USADOS NA DETERMINAÇÃO DA CLASSE TÉRMICA DE NOVOS SISTEMAS ISOLANTES SEGUNDO A NORMA IEEE C57.100	
Helena Maria Wilhelm	
Paulo Oliveira Fernandes	

Leandro Gonçalves Feitosa
Geovana Carolina dos Santos
Laís Pastre Dill
Leonardo Galhardo
Richard Marek

DOI 10.22533/at.ed.89221100317

CAPÍTULO 18.....209

**DESENVOLVIMENTO DE MADEIRA PLÁSTICA: COMPÓSITOS HÍBRIDOS
POLIPROPILENO/PÓ DE MADEIRA/FIBRA NATURAL**

Terezinha Jocelen Masson
Leila Figueiredo de Miranda
Antonio Hotêncio Munhoz Junior

DOI 10.22533/at.ed.89221100318

CAPÍTULO 19.....220

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATO DE LIGNINA OBTIDO A
PARTIR DA HIDRÓLISE ALCALINA DA CASCA DE CAFÉ**

Beatriz Leite
Daniel Vieira Mendes
Matheus de Souza Santos
Thiago Wilker Souza do Carmo
Renata Carolina Zanetti Lofrano
Boutros Sarrouh

DOI 10.22533/at.ed.89221100319

CAPÍTULO 20.....233

**ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM PROFESSORES E
ALUNOS, NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO BREU BRANCO-PA**

Beatriz Souza da Silveira
Enayle Maria de Freitas Silva
Marcelo Melo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.89221100320

CAPÍTULO 21.....245

**O BISCOITO ARTESANAL DE VITÓRIA DA CONQUISTA E O SEU POTENCIAL PARA
REGISTRO COMO UMA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA**

Valdir Silva da Conceição
Dayana Ferraz Silva
Angela Machado Rocha
Marcelo Santana Silva

DOI 10.22533/at.ed.89221100321

CAPÍTULO 22.....259

**EXTENSÃO INTERDISCIPLINAR NAS PRÁTICAS DE CUIDADOS – CENOPOESIA E
AQUARELA NA SAÚDE MENTAL**

Midiã Kaddja Nunes de Souza

Maria Aridenise Macena Fontenelle

DOI 10.22533/at.ed.89221100322

SOBRE OS ORGANIZADORES	273
ÍNDICE REMISSIVO.....	274

CAPÍTULO 4

RECICLAGEM DO POLIPROPILENO PARA OBTENÇÃO DO COMPÓSITO POLIMÉRICO REFORÇADO COM PÓ DE OSTRA

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 23/01/2020

Terezinha Jocelen Masson

Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo– São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7538523685244929>
<https://orcid.org/0000-0002-1339-637X>

Rafael dos Santos Lima

Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo– São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3210173643984030>

RESUMO: O presente trabalho estudou e caracterizou o compósito desenvolvido com polipropileno reciclado (PP_r) reforçado com pó de ostra (P_o), um material cerâmico particulado, obtendo-se os compósitos C₁: (97%PP+3%P_o); C₂: (93%PP+ 7%P_o) e C₃: (90%PP+10%P_o). O polipropileno é uma resina de baixa densidade que oferece um bom equilíbrio de propriedades térmicas, químicas e elétricas, cujas resistências podem ser significativamente aumentadas ou melhoradas com a adição de materiais de reforços. A ostra é um molusco que possui corpo mole protegido por uma concha, que é constituída basicamente por carbonato de cálcio (CaCO₃), um alimento retirado do mar, utilizada em grandes quantidades pelos restaurantes, que utilizam o seu interior e descartam a sua casca (*Crassostrea gigras*) no meio ambiente. Essa casca, após lavada e tratada, constitui um material (pó de ostra) com elevada dureza, que

pode ser utilizada como um reforço particulado em matrizes poliméricas, além de contribuir com a sustentabilidade do meio ambiente. O pó de ostra (P_o) foi incorporado ao PP nas proporções 3%, 7% e 10%, utilizando-se um misturador. Os corpos de prova foram preparados por fusão e em seguida, moldadas por injeção. O comportamento reológico dos corpos de prova foi realizado por meio do ensaio Índice de Fluidez e foram submetidos aos ensaios de caracterização mecânica: ensaio de resistência a tração, resistência à flexão, resistência ao impacto Izod; ensaios de caracterização térmica: temperatura de Distorção Térmica (HDT) e temperatura de amolecimento Vicat. Observou-se que os compósitos de PP reforçados com pó de ostra (P_o) se apresentaram como uma alternativa viável para diversas aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: Polipropileno. Pó de Ostra. Preservação Ambiental.

POLYPROPYLENE RECYCLING TO OBTAIN THE POLYMERIC COMPOSITE REINFORCED WITH OYSTER POWDER

ABSTRACT: The present work studied and characterized the composite developed with recycled polypropylene (PP_r) reinforced with oyster powder (Po), a particulate ceramic material, obtaining the composites C1: (97% PP + 3% Po); C2: (93% PP + 7% Po) and C3: (90% PP + 10% Po). Polypropylene is a low density resin that offers a good balance of thermal, chemical and electrical properties whose strengths can be significantly increased or improved by the addition of reinforcement materials. The oyster is a shell-clam soft body, which is basically

composed of calcium carbonate (CaCO_3), a food taken from the sea, used in large quantities by restaurants that use its interior and discard its shell (*Crassostrea gigas*) in the environment. After being washed and treated, this shell is a material (oyster powder) with high hardness that can be used as a particulate reinforcement in polymeric matrices, besides contributing to the sustainability of the environment. Oyster powder (PO) was incorporated into PP in 3%, 7% and 10% proportions using a mixer. The specimens were prepared by melting and then injection molded. The rheological behavior of the specimens was carried out by the Fluidity Index test and were subjected to the mechanical characterization tests: tensile strength, flexural strength, Izod impact strength; Thermal characterization tests: Thermal Distortion Temperature (HDT) and Vicat Softening Temperature. Oyster powder reinforced PP (PO) composites were found to be a viable alternative for several applications.

KEYWORDS: Polypropylene. Oyster powder. Environmental Preservation.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização de polímeros é crescente no cotidiano das pessoas e dados estatísticos apontam que mais de 52 milhões de toneladas de *commodities* são produzidos e despejados no meio ambiente. Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de estudos para reaproveitar esses materiais descartados, pois quando não são enviados para a reciclagem, demoram décadas até séculos para se decompor. O acúmulo dessas substâncias no meio ambiente causa poluição, degradação ambiental, e prejudica todo o ecossistema terrestre.

A reciclagem é um processo de transformação dos materiais previamente triados para posterior utilização; é a recuperação de resíduos mediante uma série de operações, que permite que materiais processados sejam aproveitados como matéria-prima no processo gerador ou em outros (HOLGUIM, 2015). Se for desenvolvido um bom programa de reciclagem, que tenha características econômicas e ambientais favoráveis, pode-se estender a utilização desses materiais, inclusive fazendo-se substituições e provavelmente a ecologia determine a economicidade do processo (SILVA, 2015). A reciclagem além de evitar o esgotamento da matéria-prima, o seu processo gera renda para muitas famílias (durante a coleta, em linha de produção, ou nas mãos de artesãos), reduz o consumo de água e energia elétrica, pois gasta-se menos recursos ao reaproveitar os materiais que a extração de recursos.

Os compósitos são materiais produzidos para se incorporar as características de dois ou mais materiais diferentes. Inúmeros materiais particulados têm sido usados como carga em compósitos poliméricos para conferir melhores propriedades como temperatura de distorção ao calor e resistência a fluência. Este trabalho utilizou a matriz de polipropileno, pelo seu consumo elevado, gerando grande quantidade de materiais descartáveis, em residências, em universidades, lugares públicos e festas, uma vez que copos e pratos descartáveis são produzidos com esse material.

Segundo Sant'Anna (2007), com o crescimento da maricultura no Brasil, que

compreende as atividades humanas desenvolvidas nos ambientes aquáticos de água salgada, também aumentou significativamente os impactos ambientais gerados por esta atividade. Em busca de uma maricultura sustentável, é importante uma correta destinação dos resíduos, principalmente das conchas de ostras.

1.1 Objetivo

Obtenção de materiais compósitos poliméricos, a partir de materiais totalmente reciclados (matriz de polímero reciclado) reforçado com pó de ostra, para aplicações nos mais diferentes ramos da indústria (desde automobilístico, até utilidades domésticas).

Encontrar novas formas e novos processos para que materiais plásticos descartáveis possam ser tratados pós-consumo, contribuindo com para a redução de níveis de poluição, preservação ambiental e da flora e fauna do Brasil.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Polímeros

Polímeros são materiais que apresentam uma longa cadeia formada por unidades repetitivas denominadas monômeros que se apresentam em elevado número, constituindo uma macromolécula orgânica e podendo ser de origem sintética ou natural.

Os polímeros são formados por átomos de carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, flúor e outros elementos não metálicos. A ligação química entre cada cadeia é covalente, enquanto que a ligação intercadeias é fraca. O grau de polimerização é definido como o número médio de unidades repetitivas que constituem as cadeias, macromoléculas que formam o material polimérico (ANTUNES, 2012). As tecnologias atuais exigem materiais com combinações incomuns de propriedades que não podem ser atendidas pelas ligas metálicas, cerâmicas e materiais poliméricos convencionais e estudos ressaltam a necessidade de materiais mais rígidos, leves, resistentes, e que ao mesmo tempo não sejam facilmente corroídos.

Os compósitos podem ser considerados como sendo qualquer material multifásico que exiba uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que os constituem de tal forma que seja obtida uma melhor combinação de propriedades (CALLISTER, 2012).

2.2 Polipropileno (PP)

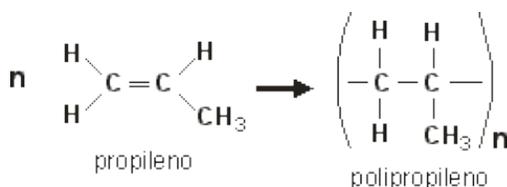
Em virtude de sua versatilidade de projeto a nível molecular, o polipropileno tem sido reconhecido como um bom material polimérico (MIRANDA et al, 2010).

O Polipropileno (PP) é um dos materiais termoplásticos mais utilizados e comercializados nos diversos ramos da indústria, para a obtenção de polímeros carregados ou reforçados (BEATRICE et al, 2010; CALLISTER, 2012). É classificado dentro da categoria dos polímeros com aplicações em engenharia, devido à sua grande versatilidade

aliada ao bom desempenho em diversas condições.

O PP é um termoplástico obtido pela polimerização do monômero chamado propileno (C₃H₆) com grande variedade de massa molar, e é polimerizado por um processo de reação de poliadição (GIANELLI, FERNANDES, 2016). É um polímero semicristalino com densidade na faixa de 0,85 a 0,95 g/cm³ e índice de refração de 1,45. A sua temperatura de transição vítrea é aproximadamente -18°C e a temperatura de fusão é em torno de 165°C (CALISTER, 2012). São dois os tipos de PP: a) *homopolímeros*: sua polimerização é feita apenas com o propeno – monômero do polipropileno, e sua cadeia polimérica é composta por meros do mesmo tipo; b) *copolímeros*: têm sua cadeia composta principalmente por propeno e eteno em sua polimerização (tem sua cadeia composta por dois ou mais meros diferentes).

O esquema 1 apresenta a equação da reação de obtenção do polipropileno.



Esquema 1: Reação de obtenção do polipropileno

Devido a longa cadeia e o emaranhamento dos polímeros, os polímeros não são totalmente cristalinos. A temperatura de fusão do polímero (T_m) é sempre maior que a temperatura de transição vítrea (T_g). Assim, o polímero pode ser rígido e duro ou flexível. O desenvolvimento da cristalinidade em polímeros depende da regularidade da estrutura no mesmo.

Os compósitos de polipropileno foram desenvolvidos utilizando resinas diferenciadas, que permitem uma ampla gama de variações estruturais e morfológicas nos diferentes tipos de homopolímeros e copolímeros produzidos.

2.3 Reciclagem

Reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em novos insumos ou novos produtos.

Para que ocorra a reciclagem de um produto existem alguns fatores que são necessários para viabilizar o processo, é necessário que haja demanda para o produto resultante da reciclagem, existência de tecnologia para efetivar a transformação de resíduos, o custo envolvido no processo e proximidade do local de geração com o local de reciclagem do produto (CORRÊA, HEEMANN, 2016).

Os polímeros são considerados grandes vilões ambientais, pois podem demorar séculos para se degradar e ocupam grande parte do volume dos aterros sanitários. Em média um copo plástico feito de polipropileno demora 50 anos para se degradar (PIVA; WIEBECK, 2004).

Resíduos poliméricos quando descartados em lugares inadequados, como lixões, rios e encostas, causam grande impacto ao meio ambiente. São responsáveis por enchentes, assoreamento das calhas dos rios e formação de verdadeiras ilhas de poluição em oceanos além dos danos que causam na fauna marinha (HOLGUIM, 2015).

No Brasil são reciclados cerca de 953.000 toneladas de resíduo, porém esse número é ainda pequeno sendo que representa apenas 21% do volume produzido, quando comparado com Suíça que recicla cerca de 51% dos resíduos gerados.

Como princípios a reciclagem utiliza os 3R's:

- Redução – Consiste em ações que visem a diminuição de resíduos, seja por meio de minimização na fonte ou por meio de redução do desperdício;
- Reutilização – Ações que possibilitam a utilização para outras finalidades, otimizando ao máximo seu uso antes do descarte final;
- Reciclagem – É um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os resíduos, e reutilizá-los no ciclo de produção que saíram.

O trabalho vai objetivar a reciclagem mecânica, que consiste na conversão dos descartes plásticos pós-industriais ou pós-consumo em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos plásticos após submetidos à um processo.

O processo de reciclagem mecânica possui cinco etapas:

Separação → Moagem → Lavagem → Aglutinação → Extrusão

2.4 Pó de ostra (P_o)

A maricultura, ramo específico da aquicultura, está relacionada à produção de organismos aquáticos em águas marinhas, envolve o cultivo de peixes, de moluscos, camarões e algas. Já o termo ostreicultura é utilizado para o cultivo de ostras (PETRILLI, 2008). No Brasil a maricultura vem se desenvolvendo rapidamente e é no Estado de Santa Catarina que se concentra grande parte do cultivo de moluscos, e o país está em segundo lugar como grande produtor na América Latina. Mundialmente, os maiores produtores são: China, Peru, Japão, Índia e Estados Unidos, e o Brasil ocupa atualmente a 27ª posição deste ranking.

A ostra, como a maioria dos moluscos, possui corpo mole, protegido por uma concha. A concha é constituída basicamente por carbonato de cálcio (CaCO₃), que é retirado diretamente da água do mar com auxílio de glândulas localizadas no manto, que é a camada que envolve as conchas internamente. Essas conchas podem ser utilizadas no ramo agrícola e no ramo industrial após o seu tratamento. O carbonato de cálcio é utilizado

em pasta de papel, mármore compacto para pavimentos e revestimentos, adubos, indústria de cerâmica, tijolos, tintas, carga de polímeros, entre outros (COSTA, et al, 2012).

Casca de ostras, uma boa fonte de CaCO_3 , com grande produção e pouca reutilização, é um material de fonte natural que já é utilizado na indústria farmacêutica, mas muito pouco na indústria de polímeros. A ideia deste projeto é ampliar o uso de tal material para uso em compósitos com polipropileno, uma vez que este vem sendo usado cada vez mais, não só como produtos simples, mas como materiais de engenharia que necessitam de especificações especiais, reforçados, com maior resistência térmica, rigidez e dureza por exemplo. (SANT'ANNA, et al., 2007; PETRIELLI, 2008).

Pesquisas abordando o uso de conchas de ostras ainda são poucas, principalmente no Brasil, onde a atividade de cultivo desse molusco é muito recente (MENDONÇA et al, 2017).

Na Coreia, desde o início dos anos 1980 pesquisadores procuram soluções para a utilização das conchas de ostras (COSTA, et al, 2012). Devido à grande quantidade de casca de ostras (*crassostrea gigras*) produzida, se torna um grave problema ambiental e o governo incentiva pesquisadores a buscarem soluções viáveis.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

As formulações utilizadas são constantes da Tabela 1 e os dados dos materiais utilizados, foram obtidos a partir de determinações experimentais ou extraídos da literatura fornecida pelos fabricantes.

Material		Observações
Matriz Polimérica Polipropileno recilado (PP,)	Resultante da coleta de Copos Descartáveis	Preparado no Laboratório de Materiais da UPM
Reforço Particulado Pó de ostra	CYSY Calcário e Conchas	Composição: Conchas marinhas e carbonato de cálcio Cálcio: 370g/kg Impurezas: 30g/kh Matéria Mineral: 970g/kg Umidade máxima: 2,5% Granulometria: 3,2 a 5,0mm

Tabela 1: Materiais Utilizados

3.1.1 Termoplástico Polipropileno Modificado

A formulação dos corpos de prova é constante da Tabela 2.

Denominação	Formulações	Composição
C ₀ - PP _{puro}	Matriz polipropileno (PP)	100% PP
C ₁	PP _r com 3% de pó de ostra	97%PP _r + 3%P _O
C ₂	PP _r com 7% de pó de ostra	93%PP _r + 7%P _O
C ₃	PP _r com 10% de pó de ostra	90%PP _r + 10%P _O

Tabela 2: Composição das formulações Experimentais Obtidas

3.2 Métodos

3.2.1 Lavagem e Separação de Material (PP)

Os copos de PP coletados pelo setor de reciclagem da Universidade Presbiteriana Mackenzie, foram higienizados (lavados e em seguida foi realizada limpeza e separação de pequenas impurezas que estavam junto ao material coletado).

A limpeza foi realizada com água corrente e colocados para secar em temperatura ambiente, como apresentado na Figura 1.



Figura 1 – Copos Coletado em Processo de Secagem

3.2.2 Trituração e Preparação de Material

O material foi processado em aglomeradora, para compactar e ficar mais fácil a trituração do material, conforme a Figura 2.



Figura 2 – Material Triturado

Depois de aglomerado o material foi colocado em moinho de facas SEIBT, conforme Figura 3, resultando num material granulado para ser misturado de forma correta ao pó de ostra. O pó de ostra, nas proporções de 3%, 7% e 10% à matriz de polipropileno reciclado (PP_R) e com o auxílio de uma balança analítica as massas de matriz e carga foram aferidas e as concentrações separadas, conforme Fotografia 4..



Figura 3 – Moinho de Facas SEIBT



Figura 4 – PP_R e Pó de Ostra (P_O)

A mistura dos materiais foi realizada, por fusão, em um homogeneizador MH, conforme Fotografia 5. Depois de homogeneizado o material novamente foi levado ao moinho de facas para transformar o material em pequenas partículas para ficar mais fácil a moldagem, conforme Figura 6.



Figura 5 – Misturador MH



Figura 6 – (PP_R + P_O) Homogeneizado

3.2.3 Preparação dos Compósitos

Foram preparados os corpos de prova: PP_{puro}; C₁: 97%PP+3%P_O; C₂: 93%PP+ 7%P_O e C₃: 90%PP+10%P_O e injetados, para realizar os testes e a sua caracterização nos ensaios: reológico, mecânicos (ensaios de resistência à tração, à flexão de três pontos, ao impacto) e os térmicos (HDT e Vicat). Os corpos foram conformados com parâmetros de pressão de 1750 bar, velocidade de injeção 114 cm/s, temperatura no bico injetor de 240° C.

3.2.4 Caracterização dos corpos de prova

As amostras foram caracterizadas por:

a) Ensaio Reológico: Índice de Fluidez, conforme norma ASTM D1238. A adição do material de reforço particulado geralmente reduz o índice de fluidez dos polímeros, pois a presença de partículas na matriz polimérica restringe a mobilidade das macromoléculas, dificultando o fluxo do polímero fundido e conseqüentemente aumentando a sua viscosidade.

b) Ensaios Mecânicos: Resistência à Tração (ASTM D 638-94), Resistência à Flexão (ASTM D 790), Resistência ao Impacto (norma técnica ASTM D 256-94).

c) Caracterização Térmica

- Temperatura de Distorção Térmica- HDT ou temperatura de deflexão ao calor, é obtida em ensaios normalizados que necessitam de um banho de óleo ou uma câmara com circulação de ar, com eficiente controle da temperatura. No procedimento do ensaio, segundo a norma ASTM D 648, a amostra com dimensões de 127 mm de comprimento, 13 mm de espessura e qualquer largura entre 3 e 13 mm, é colocada num suporte com dois apoios distantes 100 mm, e uma tensão de 455 kPa (66 psi) ou 1820 kPa (264 psi), é aplicada no centro do corpo-de-prova. A temperatura na câmara ou no banho é aumentada a taxa de 2°C/min. A temperatura na qual o corpo-de-prova defletir 0,25 mm (0,01 pol) é definida como temperatura de deflexão ao calor (HDT) para 455 kPa ou 1820 kPa de tensão. HDT é um ensaio útil na comparação do comportamento relativo de vários polímeros nas condições do teste, mas é principalmente útil para os objetivos de controle e desenvolvimento de materiais poliméricos.

- Temperatura Amolecimento Vicat, conforme norma técnica ASTM D1525.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formulações obtidas são constantes da Tabela 2, sendo Polipropileno (PP_r), Pó de Ostra (P_o).

4.1 Resultados dos ensaios de índice de fluidez

Os ensaios para a medida referencial do índice de fluidez (IF) foram realizados no Plastômetro Tinius Olsen, modelo MP993a, conforme pode ser visualizado na Figura 7. Os ensaios foram realizados segundo a norma ASTM D1238, utilizando a condição E (temperatura T = 230°C e massa M = 2,160kg).



Figura 7 – Plastômetro Tinius Olsen MP993a.

Os compósitos estavam na forma de grânulos irregulares, coletados após a etapa de extrusão em rosca dupla. A Tabela 3 apresenta os valores do IF nas condições g/10min, 230°C, 2,16 kgf, obtidos para os compósitos PP/T*.

Formulações	C ₀ (PP _r)	C ₁ 97%PP+3%P _o	C ₂ 93%PP+ 7%P _o	C ₃ 80%PP+10%P _o
IF	8,905 ± 0,065	9,744 ± 0,045	9,840 ± 0,028	9,911 ± 0,026

Tabela 3 - Resultados dos Valores Médios do Índice de Fluidez (IF)

A partir da Tabela 3, foi elaborado o Gráfico da Figura 8.

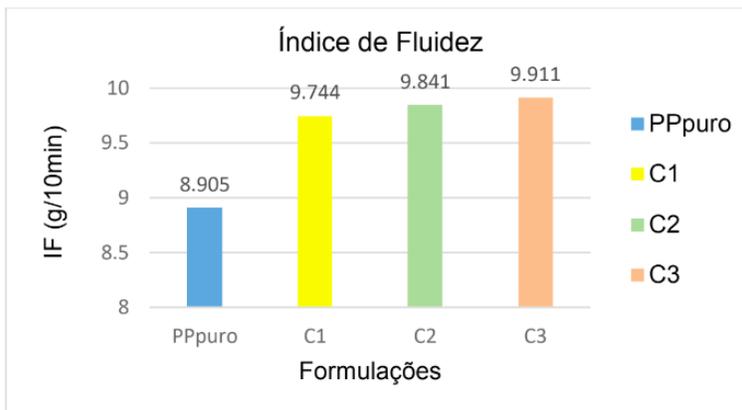


Figura 8 – Diagrama do Resultados dos ensaios de Índice de Fluidez (IF)

A partir da Tabela 3 e do Figura 8, observou-se que em relação ao PPpuro, C₁ apresentou em acréscimo de aproximadamente 9,4%, C₂ (10,2%) e C₃ (11,3%). Os resultados do índice de fluidez, aumentaram com o número de ciclos, sugerindo que ao longo do reprocessamento o material sofre uma degradação que leva à quebra de cadeias, o que reduz a massa molar do polímero e conseqüentemente, a sua viscosidade, aumentando o índice de fluidez.

4.2 Ensaios mecânicos

4.2.1 Ensaios de Resistência à Tração

Os ensaios de tração foram realizados segundo a ASTM D 638-94, com 10 ensaios para cada composição. As medições foram realizadas em Máquina Universal de Ensaios Zwick/Roel com célula de carga 500 kgf. A Tabela 4 apresenta os valores médios da resistência à tração obtidos para o polipropileno puro reciclado (PP) e para os compósitos C₁, C₂ e C₃, devidamente acompanhados do seu desvio padrão.

Formulações	C ₀ (PP ₀)	C ₁ 97%PP+3%P ₀	C ₂ 93%PP+ 7%P ₀	C ₃ 80%PP+10%P ₀
σ (MPa)	20,0 ± 3,1	30,2 ± 3,2	30,0 ± 2,9	28,2 ± 3,5

Tabela 4 - Resultados dos Valores Obtidos de Resistência à Tração (σ)

A partir da Tabela 4, elaborou-se o diagrama de barras, constante da Figura 9.

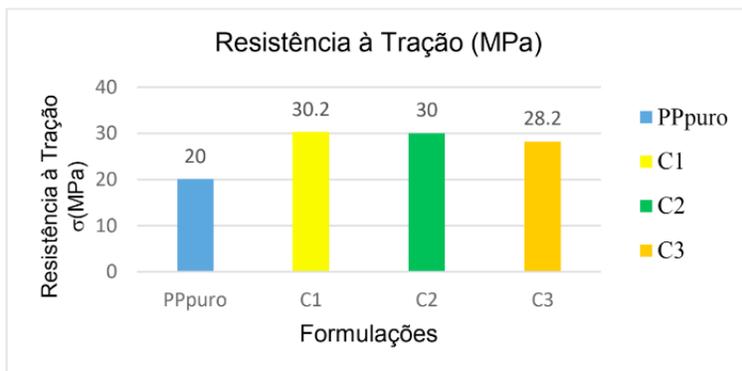


Figura 9 – Resultados dos Ensaio de Resistência à Tração

A partir da Tabela 4 e do Gráfico da Figura 9 observou-se que o valor da resistência à tração do compósito C_1 é aproximadamente 51% maior que o do PP_{puro} ; do C_2 é aproximadamente 50% maior que o do PP_{puro} ; do C_3 é aproximadamente 41% maior que o do PP_{puro} reciclado, os valores de C_1 e C_2 praticamente se equivalem e C_3 é aproximadamente 6% menor que o valor de C_1 e que C_2 .

A Tabela 5 e a Figura 10 apresentam os resultados do alongamento na ruptura.

Formulações	C_0 (PP_r)	C_1 97% PP +3% P_O	C_2 93% PP + 7% P_O	C_3 90% PP +100% P_O
ϵ_T (%)	25,0 ± 3,5	27,0 ± 2,0	27,0 ± 0,8	25,0 ± 7,4

Tabela 5 - Resultados Obtidos no Ensaio Alongamento na Ruptura (ϵ_T)

A partir da tabela 6, elaborou-se o Gráfico 3.

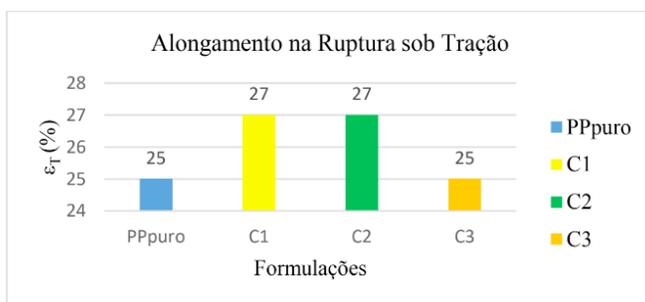


Figura 10 – Alongamento na Ruptura sob Tração

A partir da Tabela 6 e do Gráfico da Figura 10 observou-se que os valores obtidos no alongamento na ruptura, para as formulações C_1 e C_2 são 8% maiores que os valores para o PP_{puro} reciclado. Os valores para C_3 são 8% menor que os valores de C_1 e C_2 .

4.2.2 Ensaio de Flexão – Resistência à Flexão (Mpa) e Módulo de Flexão (Mpa)

O ensaio de flexão foi realizado segundo a ASTM D 790-94, com 10 ensaios para cada composição, em Máquina Universal de Ensaio, com célula de carga 500 kgf. Para cada corpo-de-prova determinou-se a Resistência à flexão (σ_f) e o Módulo de elasticidade sob flexão (σ_F). A Tabela 7 apresenta os valores da resistência à flexão obtidos para o polipropileno puro reciclado (PP) e para os compósitos C_1 , C_2 e C_3 .

Formulações	C_0 (PP _r)	C_1 97%PP+3%P _o	C_2 93%PP+ 7%P _o	C_3 90%PP+10%P _o
Valor Médio (Mpa)	32,7 ± 2,7	110 ± 4	113 ± 2	110 ± 2

Tabela 6 - Resultados dos Valores Obtidos de Resistência à Flexão (Mpa)

A partir da Tabela 6 elaborou-se o Gráfico 4 conforme Figura 11 dos valores da resistência à flexão obtidos para o polipropileno puro reciclado (PP) e para os compósitos C_1 , C_2 e C_3 .

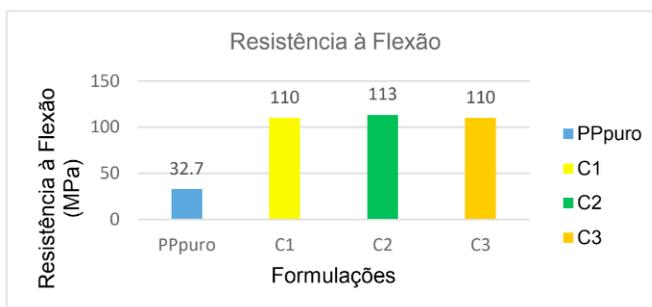


Figura 11 – Resistência à Flexão

A partir da Tabela 6 e do Figura 11 observou-se um acréscimo aproximado de 236% nos valores a flexão da formulação C_1 em relação ao PP_{puro} reciclado; de 246% nos valores de C_2 em relação ao PP_{puro}; e 236% nos valores de C_3 em relação ao PP_{puro}.

A Tabela 7 apresenta os valores médios obtidos nos ensaios do Módulo de Elasticidade à Flexão (MPa) entre o PP_{puro} reciclado (PP_r) e as formulações citadas, C_1 ; C_2 e C_3 .

Formulações	C_0 : PP _F E_F (MPa)	C_1 E_F (MPa)	C_2 E_F (MPa)	C_3 E_F (MPa)
Valor Médio (MPa)	1080 ± 50	1890 ± 74	1981 ± 52	2055 ± 55

Tabela 7 - Resultados do Módulo de Elasticidade à Flexão CORRIGIDO

A partir da Tabela 7 elaborou-se o Gráfico da Figura 12 dos valores obtidos nos ensaios do Módulo de Elasticidade à Flexão (MPa) entre o PP puro e as formulações citadas.

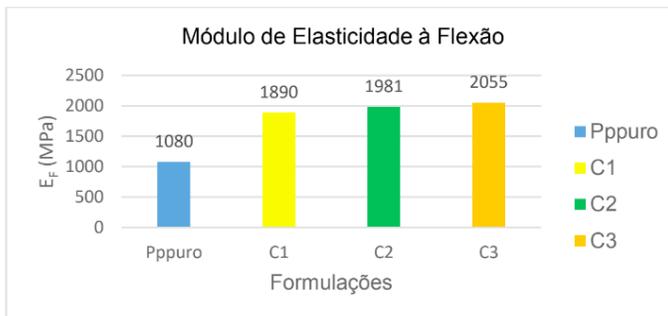


Figura 12 – Ensaio Módulo de Elasticidade à Flexão

Pela Tabela 7 e a Figura 12 observou-se um acréscimo aproximado de 75% nos valores do Módulo de Flexão da formulação C_1 em relação ao PP_{puro}; um acréscimo aproximado de 83% nos valores de C_2 em relação ao PP_{puro}; e um acréscimo aproximado de 91% nos valores de C_3 em relação ao PP_{puro}.

4.2.3 Ensaio de Impacto

Os ensaios de impacto foram realizados segundo a norma ASTM D 256-94, com 10 ensaios para cada composição. Para cada corpo-de-prova com entalhe determinou-se a energia necessária para ruptura do material por impacto, sendo que a unidade utilizada nas determinações foi em Joule por metro (J/m).

A Tabela 8 e o Gráfico da Figura 13 apresentam os valores dos ensaios da resistência ao Impacto Izod com entalhe obtidos para o PP puro e para os compósitos C_1 , C_2 e C_3 .

Formulações	PP _{puro} J/m	C_1 - PP/10%F _B /5%PSB J/m	C_2 - PP/15%F _B /5%PSB J/m	C_3 - PP/20%F _B /5%PSB J/m
Valor Médio	23,3 ± 0,6	17,36 ± 2,21	20,06 ± 1,64	17,38 ± 2,55

Tabela 8 - Valores Médios dos Valores dos Ensaio de Impacto

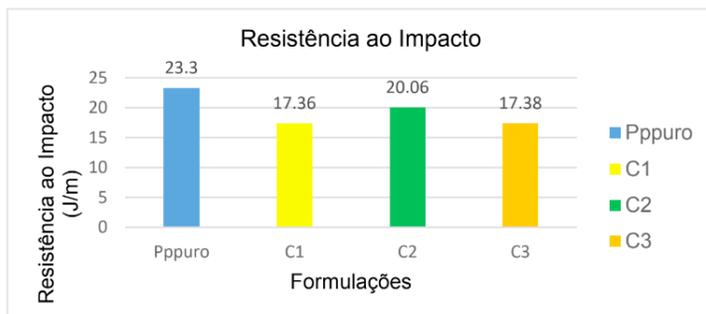


Figura 13 – Resultados de Resistência ao Impacto Impacto Izod

A partir da Tabela 8 e da Figura 13 observou-se que o valor da resistência ao impacto do PP_{puro} é aproximadamente 25% superior aos valores de C₂; 24% superior aos valores de C₂ e 25% superior aos valores de C₃. O valor médio do compósito C₂ é aproximadamente 16% superior ao valor de C₁ e os valores de C₁ e C₃ praticamente se equivalem. O valor médio de C₃ é aproximadamente 15% inferior ao valor de C₂.

4.3 Ensaios térmicos

4.3.1 Temperatura de Distorção ao Calor, sob Carga (HDT)

Foi utilizado o equipamento Medidor de Temperatura de Distorção Térmica (HDT) e Temperatura Vicat, marca Ceast, modelo HDT 6 Vicat P/N 6921. Os ensaios foram realizados segundo a norma ASTM D 648-94, com 05 ensaios para cada composição.

A Tabela 9 apresenta os valores dos ensaios de temperatura de distorção ao calor sob carga, a uma tensão de 455 kPa, obtidos para o polipropileno puro (PP) e para os compósitos C₁, C₂ e C₃, bem como o valor médio devidamente acompanhado pelo seu desvio padrão.

Formulações	PP _{puro} HDT (°C)	C ₁ - PP/10%F _B /5%PSB HDT (°C)	C ₂ - PP/15%F _B /5%PSB HDT (°C)	C ₃ - PP/20%F _B /5%PSB HDT (°C)
Valor Médio	140,7 ± 2,4	129,0 ± 8,7	136,5 ± 2,9	141,1 ± 2,9

Tabela 9 - Valores Médios dos Ensaios de Temperatura de Distorção ao Calor Sob Carga Tensão de 455 kPa

A partir da Tabela 9, foi elaborado um diagrama de barra da comparação entre os valores de HDT do PP_{puro}, C₁, C₂ e C₃, conforme o Gráfico da Figura 14.

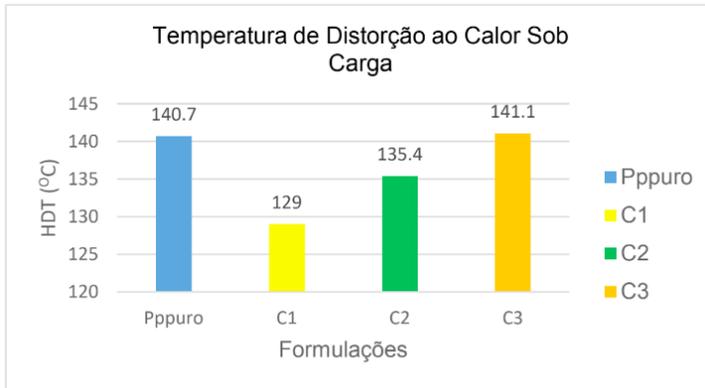


Figura 14 – dos Ensaios de Temperatura de Distorção ao Calor Sob Carga

Observou-se uma redução de aproximadamente 8% nos valores de HDT de C_2 em relação aos valores do Pppuro; 3% de C_2 em relação ao PP puro e um acréscimo aproximado de 0,03% em relação do PP puro. O valor médio de C_2 é aproximadamente 6% superior ao valor de C_1 , e o valor de C_3 é aproximadamente 9,4% superior ao valor de C_1 .

4.3.2 Temperatura da Temperatura de Amolecimento Vicat - PAV (°C)

Os ensaios foram realizados segundo a norma ASTM D-1525, com 05 ensaios para cada composição. A Tabela 10, apresenta os valores dos ensaios do ponto de amolecimento Vicat obtidos para o polipropileno puro (PP) e para os compósitos C_1 , C_2 e C_3 .

Formulações	PP Puro	C_1 - PP/T PP + Talco	C_2 - PP/T* PP + Talco* (1:0,1)	C_3 - PP/T* PP + Talco* (1:0,5))
Ensaio	PAV (°C)	PAV (°C)	PAV (°C)	PAV (°C)
Valor Médio	161,4 ± 0,1	160,0 ± 0,1	161,1 ± 0,4	161,3 ± 0,2

Tabela 10 - Resultados do Ensaio do Ponto de Amolecimento Vicat

De acordo com os valores obtidos nos ensaios de Temperatura de Amolecimento Vicat, não se observou variações significativas. Os resultados praticamente se equivalem.

5 I CONCLUSÕES

De acordo com os valores obtidos nos ensaios realizados observou-se que:

- Os resultados do índice de fluidez, aumentaram com o número de ciclos, sugerindo que ao longo do reprocessamento o material sofre uma degradação que leva à quebra de cadeias, o que reduz a massa molar do polímero e consequen-

temente, a sua viscosidade, aumentando o índice de fluidez.

- Nos ensaios de tração, houve um aumento de aproximadamente 50% em média nos valores da resistência à tração, e um aumento no alongamento sob tração, em relação aos valores do PP_{puro};
- Nos ensaios de flexão, houve um acréscimo de aproximadamente de 240% em média, na resistência à flexão e um acréscimo de aproximadamente 80% em média nos valores dos módulos sob flexão dos compósitos obtidos, em relação ao PP_{puro};
- Quanto aos ensaios de impacto, houve uma redução de aproximadamente 20% em relação aos valores do PP_{puro};
- Nos ensaios térmicos, quanto ao HDT observou-se uma pequena redução nos valores dos compósitos C₁ e C₂ e um pequeno aumento nos valores de C₃, em relação ao PP_{puro}; nos valores de Temperatura de Amolecimento Vicat, não houve variações significativas. Os valores praticamente se equivalem;
- A utilização de materiais biodegradáveis de fonte renovável, como o pó de ostras são muito atrativas devido à economia, facilidade de fabricação e a sua facilidade de degradação sem emissão de poluentes, gerando impacto social positivo sobre a sustentabilidade ambiental.
- Assim, torna-se importante ao desenvolvimento e a análise de compósitos de polipropileno/pó de ostras para serem injetadas e utilizadas como objetos em geral, que não requeiram alta resistência. A quantificação desse efeito poderá ser feita usando indicadores globais, inclusive o balanço de carbono, que poderá ser alvo de estudos complementares.

APOIO

PIBIC CNPq

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS ANTUNES, M.C., Durabilidade mecânica de Compósitos de Polipropileno com Reforço Híbrido de Fibra de Coco e Talco, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2012.

BEATRICE, C. A. G., BRANCIFORTI, M. C., ALVES, R. M. V., BRETAS, R. E. S. - J. Appl. Polym. Sci., 116, p.3581, 2010.

CALLISTER, W.D.; Fundamentos da ciência e engenharia dos materiais: Uma abordagem integrada. Rio de Janeiro: LTC, 2012

CORRÊA, M.E.R.M., HEEMANN, A., Proposta de substituição de copos plásticos descartáveis em fábrica de grande porte. Artigo. Universidade Federal do Paraná, Curitiba-Paraná, 2016.

COSTA, A. R. S.; OLIVEIRA, B.M.C.; ARAUJO, G.V.R., SILVA, T.E.P., EL-DEIR, S.G. Viabilidade do uso de conchas de mariscos como corretivo de solos. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012

GIANELLI, I. A., FERNANDES, N.L., Polipropileno Reciclado Reforçado com Fibra de Buriti. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Materiais da UPM, São Paulo-SP, 2016.

HOLGUIN, I.C.C., Estudo do Comportamento do PP e PET Reciclados Submetidos a Intempéries e suas Possíveis Aplicações. Dissertação de Mestrado. Materiais da Engenharia. Universidade DE Brasília. Faculdade UnB Gama, Brasília, 2015

MASSON, T.J., Desenvolvimento e Reciclagem do Termoplástico Polipropileno Modificado pela Presença de Cargas Híbridas. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 1998.

MIRANDA, L. F., SILVEIRA, L. H., ANDRADE E SILVA, L. G., A. H. MUNHOZ JR, A. H. Irradiation of a Polypropilene-glass Fiber Composite. *Advances in Science and Technology Online: 2010-10-27, ISSN: 1662-0356, Vol. 71, pp 138-144© 2010 Trans Tech Publications, Switzerland. doi:10.4028/www.scientific.net/AST.71.138*

MENDONÇA, C.J.S.; DA COSTA, F.R.T.; MACIEL, A.P.; MINEIRO, T.Y.; BAUER, J.R.O.; CARVALHO, E.M.; SILVA, F.C. Transesterificação do óleo de babaçu utilizando pó de conchas de ostra de mangue (*crassostrea sp*) como catalisador. IN: 57º Congresso Brasileiro de Química. Gramado, R.S, 2017

PIVA, A.; Wiebeck, H. Reciclagem de Polímeros – 2. Ed. – São Paulo – Artliber Editora Ltda, 2004

REGIS, T.M. Desenvolvimento e caracterização de compósitos híbridos a partir de polipropileno reciclado, resíduos de borracha de pneu e carbonato de cálcio. 2011 p. 22-23 Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo 2011. Disponível em: http://tede.mackenzie.com.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2256
acesso em: 28/março/2019

SANT'ANNA, F.S. Valorização dos resíduos da maricultura, Florianópolis, Santa Catarina. Projeto de Pesquisa – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

SILVA, A. F. A. T., Efeito do compatibilizante em polipropileno reciclado reforçado por pó de coco não-tratado. Trabalho de Final de Curso. Engenharia de Materiais. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumina 97, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107

Ansys 3, 17, 18, 120, 132, 135, 176

Armazenagem de grãos 66, 67, 68, 69, 81, 82, 83

B

Barragens de rejeito 158, 159, 164, 169, 170

Biomateriais 97, 98, 99, 106, 107

C

Concreto 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 39, 66, 69, 71, 75, 76, 80, 81, 82, 121, 170

Concreto armado 1, 2, 17, 18, 19, 33, 71, 76, 82

D

Descarte de lodo 136, 137, 139

Diseño 120, 121, 123, 124, 125, 128

E

Energia nuclear 58, 61

Ensaio de flexão de três pontos 1, 9, 16

Estabilidade 2, 99, 100, 136, 137, 147, 148, 149, 151, 153, 154, 156, 158, 159, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 192

Estructuras 82, 120, 123, 128

Etanol 84, 85, 87, 89, 94, 95, 212, 222, 226, 231

Extensômetro 171

F

Falhas térmicas 84, 85, 86, 87, 93

Fibra de coco babaçu 35

Flexión 120, 130, 131

Forjamento 172, 174, 178

Frequência de descarga 136, 142

G

Gases de falha 85

M

Metanol 84, 85, 87, 89, 94, 95, 224

Método numérico 2, 18

Microalgas 147, 148, 149, 156

Microfundido 172, 175, 178

O

Óleo isolante 84, 85, 86, 87, 92, 147

P

Pandeo 120, 134, 135

Papel kraft isolante 84, 85, 87, 198

Pó de ostra 40, 42, 44, 45, 46, 47, 49

Polipropileno 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 209, 211, 217, 218, 219

Popularização da ciência 58

Preservação ambiental 40, 42

Propriedades mecânicas 26, 35, 39, 97, 101, 102, 202, 203, 204, 211

Prótese craniomaxilofacial 97

R

Reforço 35, 40, 45, 48, 56, 209, 210, 212, 219

Resistencia à compressão 35

Rigidez 45, 120, 127, 128, 153, 209, 223

Rod end 171, 172, 173, 174, 175, 178

S

Silo horizontal 66, 71, 72, 75, 76

Simulação numérica 1, 18, 19, 23, 31, 32, 33, 171, 176

Sismicidade 158, 159, 162, 167, 170

Sólidos sedimentáveis 136, 138, 139, 141, 145

T

Teatro científico 58, 59

Trabalhabilidade 35

V

Viga cilíndrica 18, 19, 20, 22, 27

Z

Zircônia 97, 100, 101, 102, 105, 107

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 