

MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 4

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 4 [recurso eletrônico]
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-330-9

DOI 10.22533/at.ed.309191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro. Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| SYNTHESIS OF TRANSITION METAL NITRIDE AT LOW TEMPERATURE FROM COMPLEXED PRECURSOR | |
| Rayane Ricardo da Silva Carlson Pereira de Souza André Luís Lopes Moriyama | |
| DOI 10.22533/at.ed.3091916041 | |
| CAPÍTULO 2 | 8 |
| TÉCNICAS ASSOCIADAS DE REMEDIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA E DO SOLO POR HIDROCARBONETOS: ESTUDO DE CASO EM POSTO DE COMBUSTÍVEL | |
| José Eduardo Taddei Cardoso Paulo Cesar Lodi Ana Maria Taddei Cardoso de Barros | |
| DOI 10.22533/at.ed.3091916042 | |
| CAPÍTULO 3 | 17 |
| TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE POMAR DE CUPUAÇUZEIRO COM HISTÓRICO DE ALTA INFESTAÇÃO DA DOENÇA VASSOURA-DE-BRUXA | |
| Hyanameyka Evangelista de Lima Primo Teresinha Silveira Costa Albuquerque Alcides Galvão dos Santos Rosiere Fonteles de Araújo Ezequiel Souza Queiroz Raimundo Silva Araújo | |
| DOI 10.22533/at.ed.3091916043 | |
| CAPÍTULO 4 | 26 |
| TELECONEXÕES ENTRE O EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E O MODO ANULAR AUSTRAL EM EVENTOS EXTREMOS DE ONDA NAS REGIÕES OCEÂNICAS SUL E SUDESTE DO BRASIL | |
| Luthiene Alves Dalanhese Thaís Lobato Sarmento André Luiz Belém | |
| DOI 10.22533/at.ed.3091916044 | |
| CAPÍTULO 5 | 38 |
| TOPOSLICER® SOFTWARE FOR BIOINSPIRATION USING DOD INKJET PRINTING: FROM AFM IMAGE OF LEAFS TEMPLATES TO A PVB REPLICA OF NON-WETTING SURFACES | |
| Rosely Santos de Queiroz Elibe Silva Souza Negreiros Sílvio Barros de Melo Severino Alves Júnior Petrus d'Amorim Santa Cruz Oliveira | |
| DOI 10.22533/at.ed.3091916045 | |

CAPÍTULO 6 45

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE PROSIMPLUS® PARA SIMULAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL

Tatiana da Silva Sant'Ana
Thaís Cardozo Almeida
Sávio de Meneses Leite Asevedo
Isabella Muniz Monteiro Neves
Elisa Barbosa Marra
Camilla Rocha de Oliveira Fontoura
Moisés Teles Madureira
Cristiane de Souza Siqueira Pereira

DOI 10.22533/at.ed.3091916046

CAPÍTULO 7 54

REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque
Amanda da Silva Barbosa Cartaxo
Ana Alice Quintans de Araújo
Regina Wanessa Geraldo Cavalcanti Lima
Kely Dayane Silva do Ó
Wilton Silva Lopes

DOI 10.22533/at.ed.3091916047

CAPÍTULO 8 65

REMOÇÃO DE EFLUENTE AZUL DE METILENO A PARTIR DA INCLUSÃO DO ADSORVENTE FORMADO POR ÓXIDO DE GRAFITE MISTURADO EM AREIA

Daniel Mantovani
Aline Takaoka Alves Baptista
Luís Fernando Cusioli
Paulo Cardozo Carvalho Araújo
Renan Araújo De Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.3091916048

CAPÍTULO 9 73

REPRODUÇÃO E PREFERÊNCIA DE *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) SUBMETIDOS A EXTRATOS DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul

Delzuite Teles Leite
Adcleia Pereira Pires
Fabricio Chagas Sobrinho
Claudia Oliveira dos Santos
Edson Braz Santana

DOI 10.22533/at.ed.3091916049

CAPÍTULO 10 79

SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H₂S)

Abraão Evangelista Sampaio
Almira dos Santos França Carvalho
Marylia Albuquerque Braga
Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

DOI 10.22533/at.ed.30919160410

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 11 | 89 |
| PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS ARGILO-POLIMÉRICOS PARA O REUSO DE ÁGUA | |
| Roberto Rodrigues Cunha Lima Gabriela Medeiros dos Santos Paulla Beatriz França de Sousa Paulo Douglas Santos de Lima | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160411 | |
| CAPÍTULO 12 | 101 |
| ANÁLISE DE FALHAS E RISCOS AMBIENTAIS: O USO DA FERRAMENTA FMEA NA IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO CAMPUS JOÃO PESSOA DO IFPB | |
| Jéssica Silva Ramalho Adriano Lucena da Silva Maria Deise da Dores Costa Duarte | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160412 | |
| CAPÍTULO 13 | 111 |
| ANÁLISE DE EFICIENCIA DE UM COLETOR SOLAR PVT POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA COM BASE NO MAPA SOLARIMETRICO DE MINAS GERAIS | |
| Geisiane Aparecida de Lima Fábio Moreira Teixeira Marcos Vinícius da Silva Rudolf Huebner Lucas Paglioni Pataro Faria | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160413 | |
| CAPÍTULO 14 | 120 |
| ANÁLISE DE FOURIER PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS DOMINANTES INTRADIÁRIOS DO FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO EM SINOP-MT | |
| Stéfano Teixeira Silva Sergio Roberto de Paulo Adriel Martins Lima Leomir Batista Neres Ricardo Vanjura Ferreira | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160414 | |
| CAPÍTULO 15 | 134 |
| LEVANTAMENTO DAS ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA (<i>MANIHOT ESCULENTA CRANTZ</i>) NOS ECOSISTEMAS DE TERRA FIRME NAS COMUNIDADES DO LAGO DO ANTÔNIO, PROJETO DE ASSENTAMENTO AGROEXTRATIVISTA SÃO JOAQUIM –HUMAITÁ/AM | |
| Erika Micheilla Brasil Aurelio Diaz Sonia Maria Bezerra | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160415 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 16 | 141 |
| MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA POR AMOSTRAGEM PASSIVA COMO PARTE DA GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR | |
| Karina Stella da Silva Ferreira dos Santos Aurora Mariana Garcia de Franca Souza | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160416 | |
| CAPÍTULO 17 | 148 |
| NANOGERADORES TRIBOELÉTRICOS: NOVOS DISPOSITIVOS PARA ENERGY HARVESTING | |
| Nilsa Toyoko Azana Pei Jen Shieh Talita Mazon Natanael Lopes Dias Antônio Carlos Camargo do Amaral | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160417 | |
| CAPÍTULO 18 | 157 |
| NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO E NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NA REMEDIAÇÃO DE EFLUENTESCONTENDO O CORANTE RODAMINA B | |
| Francisco Xavier Nobre Rosane dos Santos Bindá Elton Ribeiro da Silva Rodrigo Muniz de Souza José Milton Elias de Matos Lizandro Manzato Yurimiler Leyet Ruiz Walter Ricardo Brito Paulo Rogério da Costa Couceiro | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160418 | |
| CAPÍTULO 19 | 175 |
| CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL EM HIDROXIAPATITA COMERCIAL E SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCA DE OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR | |
| Marcelo Vitor Ferreira Machado José Brant de Campos Marilza Sampaio Aguilar Vitor Santos Ramos | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160419 | |
| CAPÍTULO 20 | 184 |
| BATERIAS LI-O ₂ E A INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS CATALÍTICAS AO ELETRODO DE OXIGÊNIO | |
| Gustavo Doubek Leticia Frigerio Cremasco André Navarro de Miranda Lorrane Cristina Cardozo Bonfim Oliveira | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160420 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 21 | 197 |
| BIOSENSORES À BASE DE ÓXIDOS METÁLICOS TRANSPARENTES: TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO (FETS) E NANOFIOS | |
| Cleber Alexandre de Amorim Kate Cristina Blanco Ivani Meneses Costa Adenilson José Chiquito | |
| DOI 10.22533/at.ed.30919160421 | |
| CAPÍTULO 22 | 214 |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E TÉRMICAS DE BLENDA POLIMÉRICAS DE PHBV COM ELASTÔMEROS | |
| Fernanda Menezes Thais Ferreira da Silva Fábio Roberto Passador Ana Paula Lemes | |
| DOI 10.22533/at.ed.3091916042122 | |
| CAPÍTULO 23 | 227 |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TAMARILHO EM FUNÇÃO DO ENSACAMENTO | |
| Fábio Oseias dos Reis Silva José Darlan Ramos Nathalia Vállery Tostes Iago Reinaldo Cometti Alexandre Dias da Silva Letícia Gabriela Ferreira de Almeida Renata Amato Moreira Miriã Cristina Pereira Fagundes Verônica Andrade dos Santos Giovani Maciel Pereira Filho | |
| DOI 10.22533/at.ed.3091916042123 | |
| CAPÍTULO 24 | 233 |
| CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE JACARANDÁ-DA-BAHIA (<i>Dalbergia nigra</i> (VELL.) FR. ALL. EX BENTH.) | |
| Tatiana Reis dos Santos Bastos Jacqueline Rocha Santos Cleidiane Barbosa dos Santos Jerffson Lucas Santos Otoniel Magalhães Morais | |
| DOI 10.22533/at.ed.3091916042124 | |
| CAPÍTULO 25 | 239 |
| ESTUDO COMPARATIVO DE PEROVSKITAS CATALÍTICAS OBTIDAS POR MÉTODOS QUÍMICOS MOLHADOS PARA CONVERSÃO DOS COV'S | |
| Cássia Carla de Carvalho Anderson Costa Marques Alexandre de Souza Campos Felipe Olobardi Freire Filipe Martel de Magalhães Borges | |

Juan Alberto Chavez Ruiz

DOI 10.22533/at.ed.3091916042125

CAPÍTULO 26 249

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM SEDIMENTOS DA MICRO BACIA TIETÊ BATALHA
POR MEIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Ana Maria Taddei Cardoso de Barros

Paulo Cesar Lodi

José Eduardo Taddei Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.3091916042126

CAPÍTULO 27 261

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA INDUSTRIAL DO MENDANHA,
CAMPO GRANDE, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Alessandra Matias Alves

Aron da Silva Gusmão

Devyd de Oliveira da Silva

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

DOI 10.22533/at.ed.3091916042127

CAPÍTULO 28 271

**AVALIAÇÃO ECOTÓXICOLOGICA DE EFLUENTES NA ZONA INDUSTRIAL DE
SANTA CRUZ, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

Sirléia Conceição de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.3091916042128

CAPÍTULO 29 283

**INFLUENCE OF DIFFERENT PERCENTAGES OF ALUMINA ADDITION IN THE
HIGH ENERGY BALL MILLING PROCESS OF THE AISI 52100 STEEL**

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

Carlos Alberto Rodrigues

Geovani Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.3091916042129

CAPÍTULO 30 290

**ON THE ASSESSMENT OF DYE RETENTION IN QUARTZ-BASED CERAMIC
POROUS MATERIAL BY OPTICAL FIBER SENSOR**

Marco César Prado Soares

Murilo Ferreira Marques Santos

Egont Alexandre Schenkel

Beatriz Ferreira Mendes

Gabriel Perli

Samuel Fontenelle Ferreira

Eric Fujiwara

Carlos Kenichi Suzuki

DOI 10.22533/at.ed.3091916042130

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 31 | 296 |
| APLICAÇÃO DE ÓXIDOS CONDUTORES TRANSPARENTES PARA DETECÇÃO DE PRODUTOS ENZIMÁTICOS MICROBIANOS | |

Cleber Alexandre de Amorim
Kate Cristina Blanco

DOI 10.22533/at.ed.3091916042131

| | |
|------------------------------------|------------|
| SOBRE OS ORGANIZADORES..... | 311 |
|------------------------------------|------------|

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E TÉRMICAS DE BLENDA POLIMÉRICAS DE PHBV COM ELASTÔMEROS

Fernanda Menezes

Laboratório de Tecnologia de Polímeros e Biopolímeros, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, SP

Thais Ferreira da Silva

Laboratório de Tecnologia de Polímeros e Biopolímeros, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, SP

Fábio Roberto Passador

Laboratório de Tecnologia de Polímeros e Biopolímeros, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, SP

Ana Paula Lemes

Laboratório de Tecnologia de Polímeros e Biopolímeros, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, SP

RESUMO: A biodegradabilidade e origem renovável do PHBV (poli (3- hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato)) fazem com o que este polímero tenha um grande potencial de aplicação na substituição de polímeros convencionais, porém sua baixa resistência ao impacto limita seu campo de aplicações. Uma solução para aumentar a tenacidade à fratura de polímeros é a produção de blendas poliméricas com adição de elastômeros. Assim, espera-se que a utilização de elastômeros para produção de blendas com PHBV resulte no aumento de sua tenacidade e conseqüentemente na viabilização de sua aplicação. Neste trabalho blendas poliméricas

de PHBV com os elastômeros: poli(cloreto de etileno), CPE, poli(epicloridrina-óxido de etileno-alil glicidil éter), GECO e poli(acrilonitrila-butadieno), NBR, foram preparadas em um misturador termo-cinético nas proporções de 5, 10 e 25% (m/m) dos elastômeros. As amostras submetidas a caracterização térmica pela técnica de calorimetria exploratória diferencial mostraram que as blendas de CPE, GECO e NBR obtiveram reduções nos valores de temperatura de cristalização (T_c) e no grau de cristalinidade do PHBV nas blendas poliméricas. As blendas poliméricas de PHBV com 25% (m/m) CPE e 25% (m/m) de GECO apresentaram comportamento bimodal com a presença de duas temperaturas de fusão cristalina (T_m), indicando que estes elastômeros dificultaram a cristalização do PHBV. Observou-se um deslocamento na temperatura de transição vítrea (T_g) das fases dos elastômeros nas 3 composições de PHBV/GECO e nas blendas de PHBV com 5 e 10% (m/m) de CPE, o que sugere interação entre o PHBV e estes elastômeros. As composições acima de 10% (m/m) PHBV/GECO e PHBV/NBR adquiriram maiores valores de resistência ao impacto Izod em relação ao PHBV puro. A blenda de PHBV com 25% (m/m) de NBR obteve a maior resistência ao impacto. Desta forma, as blendas de PHBV com CPE, GECO e NBR podem ser uma opção para aumento da tenacidade do PHBV, ampliando seu campo de

aplicações.

PALAVRAS CHAVES: PHBV, elastômeros, blendas poliméricas, tenacidade à fratura, análises térmicas.

ABSTRACT: The biodegradability and renewable origin of PHBV (poly (3-hydroxybutyrate-*co*-3-hydroxyvalerate)) make it have a great potential of application in the substitution of conventional polymers, but its low impact resistance limits its field of applications. One solution to increase the fracture toughness of polymers is the production of polymer blends with addition of elastomers. Thus, it is expected that the use of elastomers to produce blends with PHBV results in the increase of their tenacity and consequently in the viability of their application. In this work PHBV blends with addition of the elastomers: poly (ethylene chloride), CPE, poly (epichlorhydrin-ethylene oxide-allyl glycidyl ether), GECO and poly (acrylonitrile-butadiene), NBR, were prepared using a thermokinetics homogenizer in proportions of 5, 10 and 25 wt% of the elastomers. The samples submitted to thermal characterization using differential scanning calorimetry showed that the blends with CPE, GECO and NBR obtained reductions in crystallization temperature (T_c) values and a decrease in the crystallinity degree. The blends with 25 wt% of CPE and 25 wt% of GECO presented bimodal behavior with the presence of two melting temperatures (T_m), indicating that these elastomers made it difficult to crystallize PHBV. A displacement on the glass transition temperature (T_g) of the elastomer phases was observed in the GECO compositions and also in the blends with addition of 5 and 10 wt% CPE. This suggests some interaction between the PHBV and the elastomers. The compositions above 10% (m/m) PHBV/GECO and PHBV/NBR obtained higher values of Izod impact resistance over pure PHBV. The PHBV blend with 25% (m/m) NBR obtained the highest impact strength. In this way, PHBV blends with CPE, GECO and NBR may be an option to increase PHBV's tenacity, expanding its field of applications.

KEYWORDS: PHBV, elastomers, blends, fracture toughness, thermal analysis

1 | INTRODUÇÃO

O consumo de polímeros convencionais tem aumentado gradativamente devido a suas boas propriedades mecânicas e a sua fácil processabilidade. Entretanto, grande parte dos materiais poliméricos consumidos é produzida a partir de derivados de petróleo, que é uma fonte fóssil não renovável e é descartada em aterros, lixões ou ambiente marinho, demorando no mínimo 100 anos para se degradar. Estas características causam esgotamento das fontes naturais e das áreas de disposição, resultando em sérios danos ao meio ambiente (BRANT, 2012) (BRITO, 2011) (FRANCHETTI, 2006).

Uma alternativa para diminuir os impactos ambientais negativos é a substituição dos polímeros convencionais por biopolímeros e/ou por polímeros biodegradáveis. Os biopolímeros são produzidos utilizando fontes renováveis como matéria prima. Os polímeros biodegradáveis são capazes de se decompor por atividade biológica de

fungos, bactérias e algas, aumentando a vida das áreas de disposição e preservando o meio ambiente (GROSS, 2002).

Os PHA (polihidroxialcanoatos) são materiais poliméricos que possuem estas características: são sintetizados por bactérias em substituição a fontes fósseis e são também biodegradáveis em solo e sistemas aquáticos (RAZA, 2018), (ZHANG, 2008).

Existem mais de 90 tipos de PHA. Dentre eles, o PHB (poli (3-hidroxiobutirato) possui propriedades físicas similares ao polipropileno e ao polietileno e apresenta potencial para substituí-los em várias aplicações. Entretanto, sua microestrutura cristalina é formada por esferulitos de grandes dimensões e seu grau de cristalinidade aumenta ao longo do tempo, devido a sua temperatura de cristalização ser próxima a temperatura ambiente. Isso faz com que o PHB apresente uma baixa resistência ao impacto, limitando seu campo de aplicações (RAZA 2018). O polímero PHBV (poli (3-hidroxiobutirato-co-3-hidroxi valerato) é uma alternativa para aumentar a tenacidade a fratura do PHB. Ele contém, além dos meros 3-hidroxiobutirato (HB), meros 3-hidroxi valerato (HV) em menores proporções resultando em um polímero mais flexível. Apesar disto, ainda são necessários estudos para melhorias de resistência ao impacto, que possibilite ampliar seu campo de aplicações (SILVA, 2007) (CALVÃO, 2009).

Uma opção para melhorar a baixa tenacidade do PHBV é a produção de blendas poliméricas com adição de elastômeros (LUNA, 2015) (YU, 2006). Os elastômeros são definidos pela capacidade de sofrerem altas deformações quando submetidos a baixas cargas e também de retornarem as suas dimensões originais quando a carga é retirada. Isto proporciona justamente as características necessárias ao PHBV: elasticidade, alongamento, alta tenacidade à fratura, alta resistência ao impacto e boas propriedades dinâmicas (TRELOAR, 1975).

A produção de blendas poliméricas de PHBV com elastômeros é uma técnica de fácil processamento e baixo custo além resultar em um material parcialmente biodegradável e com boas características mecânicas (PAUL, 1978).

Para que as blendas poliméricas apresentem as propriedades desejadas é necessário considerar a miscibilidade e a compatibilidade dos polímeros. A qualidade da blenda influencia a morfologia, o grau cristalinidade, a temperatura de fusão cristalina, a temperatura de transição vítrea e as propriedades mecânicas do material. Um sistema pode ser considerado compatível se a separação entre as fases não é significativa e se suas propriedades atingem o objetivo esperado. Outra forma de avaliar o grau de miscibilidade dos polímeros é analisando a temperatura de transição vítrea (T_g). Se o sistema apresenta somente uma T_g após a mistura, pode indicar que os polímeros sejam miscíveis. Quando se observa a presença de mais de uma T_g , porém sem alteração em relação às T_g dos componentes puros, significa que o sistema é imiscível. Se houver mais de uma transição vítrea, porém com valores deslocados, o sistema é parcialmente miscível (VERHOOGT, 1994)

Dentre os elastômeros, o poli (acilonitrila-butadieno) (NBR) é um potencial para

a aplicação na tenacificação de polímeros. NBR é produzido por copolimerização em emulsão dos monômeros butadieno (BR) e acrilonitrila (ACN). A presença do mero acrilonitrila na cadeia do elastômero confere resistência à óleo e solventes, importante característica desse elastômero. Os elastômeros NBR são comercializados nas quantidades de 18 a 51% de ACN. Quanto maior o teor de ACN melhor a resistência aos fluídos. Por outro lado, a presença no butadieno na cadeia da NBR favorece propriedades como boa tenacidade a fratura, elasticidade e resistência dinâmica. Estas características permitem a aplicação da NBR em artigos como mangueiras, anéis de vedação, correias e solados de sapatos. O NBR pode ser adquirido na forma física de pó, esse fator facilita a processabilidade e proporciona aplicação como agente de tenacificação em termoplásticos, como o PHBV (MORTON, 1989) (HOFMANN, 1989).

Outro elastômero comercializado na forma de pó, também utilizado para melhorar a tenacidade à fratura de termoplásticos, é o polietileno clorado (CPE). Este elastômero é obtido pela polimerização em solução aquosa do polietileno na presença de cloro (25 a 45%) resultando em um elastômero saturado. Esta característica resulta em um material com elasticidade e boas propriedades mecânicas, mesmo sem o processo de vulcanização. Além disto o CPE possui ótima resistência a óleo e fluídos (comparadas ao NBR) além de ótimas resistência a temperatura e ao ozônio (WHITE, 2001) (MORTON 1989).

O elastômero poli (epicloridrina-óxido de etileno-alil glicidil éter) (GECO) combina resistência a óleos, fluídos e solventes, resistência à ozônio e resistência à temperatura com propriedades mecânicas como ótima elasticidade e tenacidade à fratura. Seu comportamento elástico é similar ao da borracha natural (NR). Este terpolímero é produzido por polimerização em solução resultando em um polímero composto pelos meros: epicloridrina (65 a 76%), óxido de etileno (13 a 31%) e alil glicidil éter. Os meros óxido de etileno e alil glicidil éter conferem alta tenacidade a este elastômero. Desta forma, o GECO é utilizado em aplicações como diafragmas, correias e mangueiras hidráulicas (MORTON 1989)

Blendas de PHBV com NBR preparadas por Park e colaboradores (PARK, 2004) mostraram que a utilização de NBR com maior quantidade de ACN resultou em aumento na tensão de ruptura da blenda polimérica. A análise térmica das blendas também indicou que o aumento de NBR na composição da blenda diminui a temperatura de transição vítrea e aumenta a temperatura de cristalização. A morfologia das blendas produzidas com NBR com 50% de ACN não apresentou completa miscibilidade, ainda assim, apresentou melhora nas propriedades mecânicas. A resistência ao impacto não mostrou a melhora esperada, possivelmente devido a pequena fase do domínio de NBR, observada em sua morfologia.

Os elastômeros de poli (epicloridrina) (CO) e poli (epicloridrina-óxido de etileno) (ECO) também foram misturados com poli (3-hidroxybutirato) (PHB) no trabalho de Lima e colaboradores (LIMA, 2006). O ensaio dinâmico-mecânico das blendas mostrou que as composições de PHB/ECO apresentaram 2 temperaturas de transição vítrea,

uma delas deslocada, sugerindo uma solubilidade parcial entre PHB e ECO. A análise térmica indicou que os elastômeros de epiclorigrina diminuíram o grau de cristalização das blendas.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é produzir e caracterizar blendas poliméricas de matriz de PHBV com adição de 3 tipos de elastômeros: poli (acrilonitrila-butadieno) (NBR), poli (cloreto de etileno) (CPE) e poli (epiclorigrina-óxido de etileno-alil glicidil éter) (GECO) em diferentes proporções com o intuito de avaliar sua influência nas características térmicas e mecânicas dessas blendas e expandir a possibilidade de aplicação de polímeros biodegradáveis com alta resistência ao impacto.

2 | EXPERIMENTAL

A matriz polimérica foi composta pelo polímero biodegradável poli (hidroxibutirato-co-valerato) – PHBV, fornecido pela empresa NaturePlast com o nome comercial de PHI002. Apresenta 2% mol de meros HV e massa molar ponderal média que está entre 400.000 a 500.000 g.mol⁻¹.

O elastômero GECO possui o nome comercial de Hydrin T3000L, fabricado pela Zeon Chemicals e apresenta 24% de Cl e 5% de AGE (alil glicidil éter) (m/m). O elastômero NBR utilizado foi o Baymod N XL 32.32 fabricado pela Lanxess com 32% de ACN (acrilonitrila) (m/m). O CPE foi produzido pela Dow Chemicals com nome comercial Tyrin CM 363OE e possui 35% Cl (m/m).

As blendas de PHBV/elastômero foram produzidas nas proporções de 5%, 10% e 25% (m/m) de elastômeros, em um homogeneizador termocinético DRAIS, modelo MH 50H do fabricante MH Equipamentos Ltda (Brasil). Neste equipamento, a mistura, homogeneização e fusão dos polímeros ocorre por aquecimento gerado por atrito entre o rotor e o polímero.

Os polímeros foram misturados a uma rotação de 3000 rpm por um tempo de 30 segundos. Após a mistura, corpos de prova padronizados para o ensaio de resistência ao impacto foram moldados em uma prensa hidropneumática, modelo PR8HP do fabricante MH Equipamentos Ltda (Brasil) por 3 min a 200°C, pressão de 5 bar e resfriados por 3 min com uma pressão de 2 bar na mesma prensa.

As características térmicas das blendas foram observadas nas análises termogravimétrica (TGA) e calorimetria diferencial exploratória (DSC).

Para análise de TGA as amostras foram aquecidas da temperatura ambiente até 1000 °C em um equipamento da marca Netzsch modelo TG 209 F1, utilizando-se nitrogênio como gás de arraste, a uma taxa de aquecimento de 20 °C.min⁻¹.

A calorimetria diferencial exploratória (DSC) foi realizada utilizando um equipamento da TA Instruments modelo Q100 com nitrogênio como gás de arraste. O ensaio foi realizado na temperatura de -70 °C a 200 °C. Primeiramente as amostras foram aquecidas da temperatura ambiente até 200 °C e mantidas por 2 min de isoterma.

Em seguida as amostras foram resfriadas até -70 °C e mantidas por mais 2 min. Novamente as amostras foram aquecidas até 200 °C para obtenção das temperaturas de transições vítreas (T_g), temperaturas de fusão (T_{m2}) e entalpias de fusões (ΔH_{m2}). As razões de aquecimento e resfriamento utilizadas nesta análise foram de 10°C.min⁻¹.

As porcentagens de cristalinidade (grau de cristalinidade) das amostras foram calculadas utilizando as equações:

$$\%Cristalinidade\ amostra = \frac{\Delta Hm\ corrigido}{\Delta Hm\ PHBV} \times 100$$

$$\Delta Hm\ corrigido = \frac{\Delta Hm\ amostra}{\%PHBV\ amostra} \times 100$$

Onde:

ΔH_{m corrigido} = correção do ΔH_m para quantidade de PHBV na amostra, J g⁻¹

ΔH_{m PHBV} = entalpia de fusão para o PHBV 100% cristalino, J g⁻¹

ΔH_{m amostra} = entalpia de fusão de amostra, J g⁻¹

% PHBV_{amostra} = % (m/m) PHBV na blenda

Cinco corpos de prova de cada composição foram submetidos a ensaio de resistência ao impacto Izod de acordo com a norma ASTM D-256, utilizando o Impactador CEAST/Instron, modelo 950 e com martelo modelo Izod de 0,5 J e de 1 J. Os corpos de prova foram previamente entalhados em entalhador marca CEAST/Instron. Neste ensaio foram analisadas a influência do tipo e teor de elastômero na tenacidade à fratura das blendas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise termogravimétrica (TGA)

A Figura 1 apresenta as curvas de TGA e a Tabela 1 apresenta os valores as temperaturas de início de decomposição térmica dos polímeros puros e de suas blendas.

A curva de TGA do PHBV puro (Figura 1-A, 1-B e 1-C) demonstra que a degradação do polímero ocorre em uma única etapa com início em 283 °C e término a 300 °C.

Enquanto a decomposição do GECO ocorre em apenas uma etapa, Figura 1-A, a decomposição do CPE e do NBR puros apresentam duas etapas, Figura 1-B e Figura 1-C, respectivamente.

Os elastômeros CPE e NBR puros apresentaram 2 etapas de degradação enquanto que a decomposição do GECO ocorreu em apenas 1 estágio.

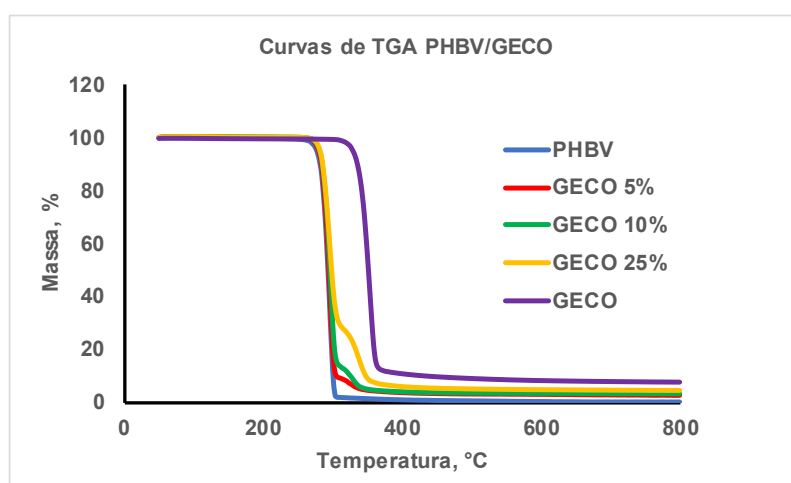
Todas as blendas apresentaram 2 etapas de degradação, uma delas referente a fase do PHBV e outra referente ao elastômero, os valores podem ser observados na

Tabela 1.

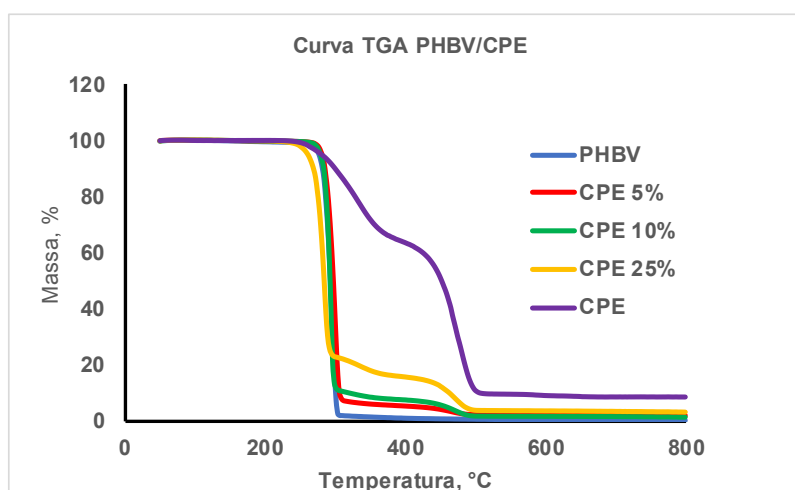
A primeira decomposição das blendas apresentou temperaturas semelhantes à decomposição do PHBV puro. A exceção foi a blenda de PHBV com adição de 25 % (m/m) de CPE, que apresentou uma redução na temperatura de início de decomposição. O CPE puro apresentou temperatura de início de decomposição em 258 °C, valor menor do que o início da decomposição PHBV puro. A perda de massa registrada no início da decomposição da blenda pode ser referente ao início da degradação do CPE, atrasada pela presença do PHBV. Não foi possível notar a redução na temperatura de início de degradação térmica das blendas poliméricas com menor teor de CPE.

Foi observado um aumento na temperatura de decomposição da fase do elastômero nas 3 composições das blendas de PHBV com adição de NBR, quando comparadas com NBR puro. Por outro lado, as blendas de PHBV com adição de CPE e GECO apresentaram reduções nas temperaturas de decomposição da segunda fase, comparadas com os elastômeros puros.

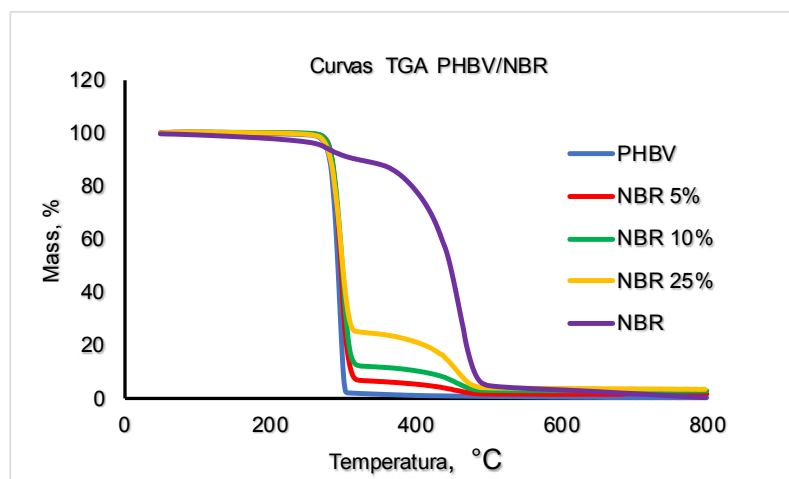
Estas alterações nas temperaturas das duas fases das blendas poliméricas podem indicar que os polímeros estão com boa interação e coesão entre as fases.



(A)



(B)



(C)

Figura 1- Curvas de TGA do PHBV, elastômeros e blendas: (A) Blendas PHBV/GECO; (B) PHBV/CPE; (C) PHBV/NBR com 5, 10 e 25% (m/m) de elastômeros.

| Temperatura de Decomposição, °C | | | | | |
|---------------------------------|------------|-----------|------------|-------------|-------------|
| PHBV | Elastômero | | Blendas 5% | Blendas 10% | Blendas 25% |
| 283 | CPE | 258 / 462 | 288 / 437 | 286 / 443 | 273 / 445 |
| | GECO | 337 | 284 / 321 | 283 / 321 | 284 / 306 |
| | NBR | 273 / 364 | 288 / 419 | 286 / 448 | 286 / 448 |

Tabela 1 – Temperaturas de início de decomposição do PHBV, dos elastômeros e das blendas PHBV/GECO, PHBV/NBR e PHBV/CPE com 5, 10 e 25% (m/m) de elastômeros

3.2 Calorimetria exploratória diferencial (DSC)

Os resultados dos ensaios de DSC estão apresentados na Figura 2 e na Tabela 2.

O primeiro aquecimento foi realizado somente para apagar a história térmica das amostras, portanto não será apresentado nos resultados do trabalho.

Os picos exotérmicos observados nas Figuras 2-A, 2-C e 2-E estão relacionados com o processo de cristalização do PHBV. Os dados obtidos das curvas de resfriamento mostraram que as temperaturas de cristalização (T_c) de todas as blendas poliméricas diminuíram em relação ao PHBV puro. As blendas com adição de 25 % em massa de elastômeros obtiveram as menores T_c . Estes valores sugerem que o elastômero pode interferir na cristalização do PHBV.

Durante o segundo aquecimento (Figuras 2-B, 2-D e 2-F) foram obtidos os valores de T_g , T_m e ΔH_m , apresentados na Tabela 2. Nesta tabela, observa-se que as temperaturas de transição vítrea ($T_{g,1}$) da fase elastomérica nas blendas de PHBV com adição de GECO se deslocaram em até 22 °C comparadas com o elastômero puro. Observou-se também um aumento das T_g de até 12 °C nas blendas com 5 e 10 % (m/m) de CPE. As blendas de PHBV com adição de 25 % em massa de CPE e todas as concentrações de NBR mantiveram os valores próximos as T_g de seus elastômeros

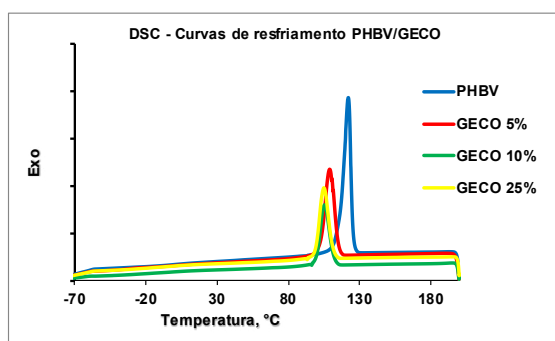
puros. O segundo valor de T_g (T_{g2}), referente a fase do PHBV, não apresentaram alteração e permaneceram por volta de 4 °C.

Estes deslocamentos das T_g da fase do elastômero podem indicar que as blendas de PHBV com pelo menos 25 % (m/m) de GECO e as blendas de PHBV com até 10 % (m/m) de CPE podem apresentar uma miscibilidade parcial com o PHBV. A presença de cloro nas composições do CPE e do GECO beneficiam a interação com o PHBV.

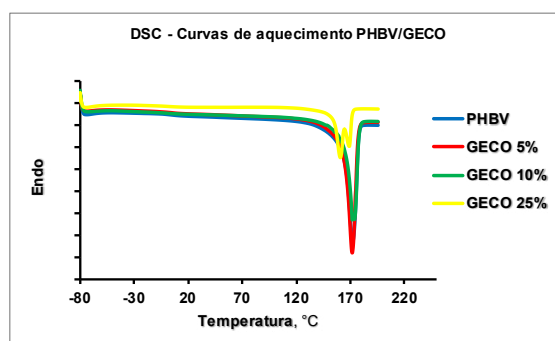
Não ocorreram alterações nos valores de temperatura de fusão cristalina (T_m) das blendas poliméricas com adição de NBR e nas blendas de PHBV com adição de 5 e 10 % em massa de CPE e GECO. Foi observada a formação de polimorfismo nas blendas de PHBV com adição de 25 % (m/m) de CPE e 25 % (m/m) de GECO, indicando que estes elastômeros podem ter interferido no processo de cristalização do PHBV. Nestes casos as blendas apresentaram redução nos valores das T_m.

A presença de polimorfismo e a redução na T_m das blendas de PHBV com adição de 25 % (m/m) de GECO e 25 % (m/m) de CPE estão coerentes com redução da temperatura de cristalização das blendas nestas composições confirmando a influência destes elastômeros na cristalização do PHBV.

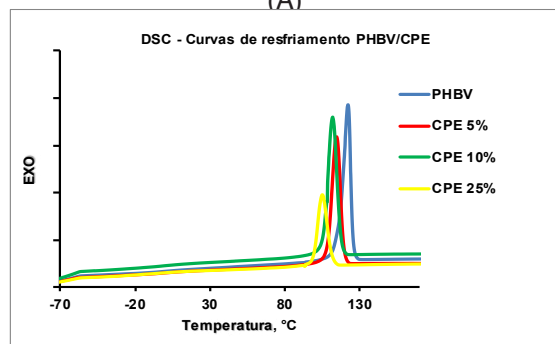
A correção das entalpias de fusão em função da concentração de PHBV na blenda permitiu o cálculo das porcentagens de cristalinidade do PHBV de cada amostra. Os valores calculados mostraram que todas as concentrações de todos os elastômeros apresentaram reduções no grau de cristalinidade. As blendas de PHBV com adição de GECO apresentaram os menores valores de entalpias e, conseqüentemente do grau de cristalinidade, seguidas das blendas de PHBV com adição de CPE e de NBR.



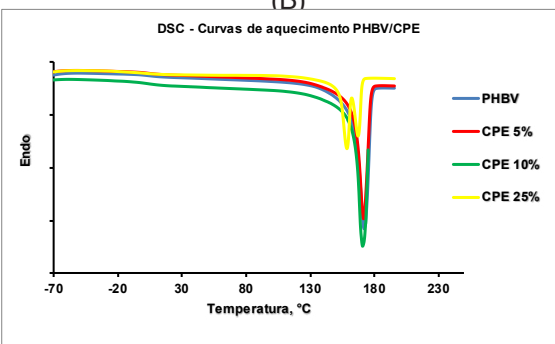
(A)



(B)



(C)



(D)

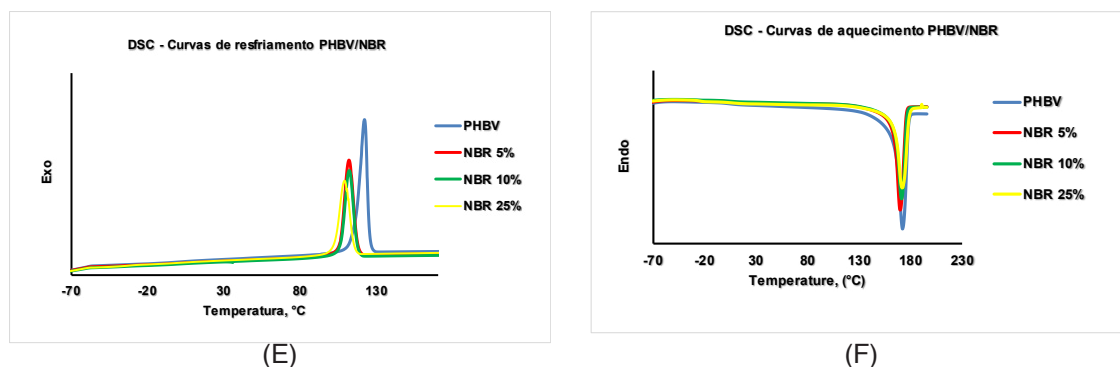


Figura 2: Curvas de DSC do PHBV, elastômeros e blendas com 5, 10 e 25% (m/m) de elastômeros: (A) Resfriamento PHBV/GECO; (B) Resfriamento PHBV/CPE; (C) Resfriamento PHBV/NBR, (D) Aquecimento PHBV/GECO; (E) Aquecimento PHBV/CPE; (F) Aquecimento PHBV/NBR.

| | | T _c , °C | T _{g1} , °C (Elastômero) | T _{g2} , °C (PHBV) | T _{m2} , °C | ΔH _{m2} corrigida, J/g | X _c , % |
|------|------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------|
| PHBV | Puro | 122 | - | 4 | 172 | 94,7 | 63 |
| GECO | Puro | - | -44 | - | - | - | - |
| | 5% | 116 | -22 | 6 | 172 | 82,5 | 55 |
| | 10% | 116 | -34 | 3 | 172 | 87,6 | 58 |
| | 25% | 105 | -23 | 0 | 161 / 169 | 83,9 | 56 |
| CPE | Puro | - | -20 | - | - | - | - |
| | 5% | 114 | -13 | 3 | 172 | 86,4 | 57 |
| | 10% | 112 | -10 | 6 | 171 | 89,8 | 60 |
| | 25% | 105 | -23 | 0 | 158 / 167 | 89,6 | 59 |
| NBR | Puro | - | -26 | - | - | - | - |
| | 5% | 112 | -28 | 5 | 169 | 93,4 | 57 |
| | 10% | 112 | -27 | 4 | 171 | 90,0 | 60 |
| | 25% | 109 | -24 | 8 | 172 | 86,6 | 62 |

Tabela 2: Temperaturas obtidas nas curvas de DSC do PHBV, dos elastômeros e das blendas

3.3 Resistência ao impacto Izod

Os resultados de resistência ao impacto Izod estão apresentados na Tabela 3 e na Figura 3. As blendas PHBV/CPE e PHBV/NBR com 5% (m/m) de elastômeros apresentaram valores de resistência ao impacto similares ao PHBV puro. O PHBV/GECO 5% (m/m) apresentou um pequeno aumento, não significativo, comparada com o PHBV puro. Com a adição de 10% (m/m) de elastômero observa-se que as blendas com GECO e NBR obtiveram aumentos de 42 e 60% em relação ao PHBV, enquanto que a adição de 10% (m/m) de CPE não resultou em maiores valores de resistência ao impacto. As blendas com 25% (m/m) de elastômeros apresentaram os maiores resultados. A blenda de PHBV com adição de 25% (m/m) de NBR obteve a maior

resistência ao impacto Izod, de 22,9 KJ/m², seguidas da blenda de PHBV com adição de 25 % (m/m) de GECO e da blenda de PHBV com adição de 25 % (m/m) CPE.

| Resistência ao impacto Izod, KJ/m ² | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | CPE | GECO | NBR | PHBV |
| Blenda 5% | 2.38 ± 0.34 | 2.81 ± 0.45 | 2.57 ± 0.51 | 2.06 ± 0.11 |
| Blenda 10% | 2.32 ± 0.04 | 2.93 ± 0.24 | 3.29 ± 0.23 | |

Tabela 3: Resistência ao impacto do PHBV e blendas PHBV/GECO, PHBV/CPE e PHBV/NBR com 5, 10 e 25% (m/m) elastômeros.

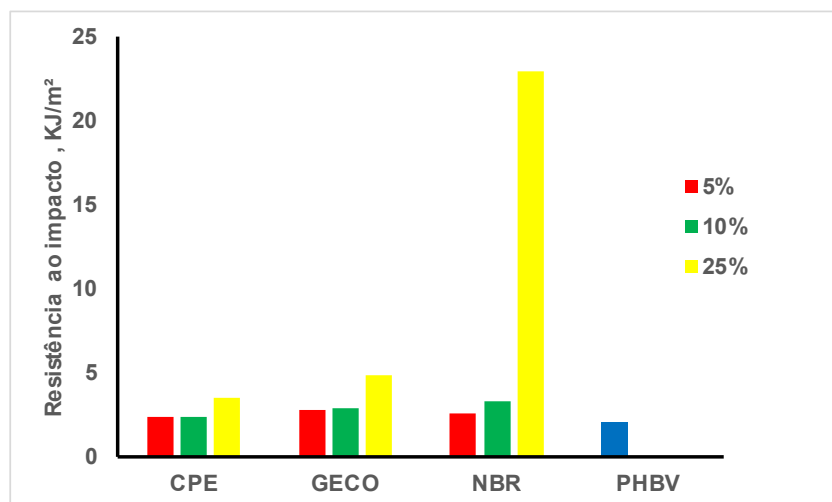


Figura 3: Gráfico de resistência ao impacto do PHBV e blendas PHBV/GECO, PHBV/CPE e PHBV/NBR com 5, 10 e 25% (m/m) elastômeros.

O elastômero NBR apresentou a maior destas variações devido a natureza mais elástica deste polímero, comparadas com CPE e GECO. Observou-se aumento de 1000% na resistência ao impacto Izod para a blenda de PHBV com adição de 25% em massa de NBR comparada ao PHBV puro, sendo uma excelente alternativa para obtenção de um material biodegradável e altamente resistente ao impacto.

4 | CONCLUSÕES

A preparação de blendas poliméricas de PHBV com diferentes tipos e teores de elastômeros como o CPE, NBR e GECO é uma alternativa eficiente para obtenção de material biodegradável e altamente resistente ao impacto se utilizado em concentrações ideais.

O deslocamento das temperaturas de transição vítrea das blendas com elastômero GECO e nas blendas de CPE até 10% (m/m) sugerem um comportamento parcialmente miscível. Isto que pode ter contribuído para boa adesão entre as fases, que ocasionou também alterações nas temperaturas de decomposição do PHBV e dos elastômeros.

O processo de cristalização do PHBV também foi afetado com a adição dos elastômeros: as temperaturas de cristalização, as entalpias de fusão e as cristalinidades das blendas poliméricas com adição dos elastômeros reduziram. As blendas de PHBV com adição de GECO apresentaram as maiores reduções, seguidas das blendas com adição de CPE e NBR.

Nos ensaios mecânicos de resistência ao impacto Izod concluiu-se que a presença dos elastômeros proporcionou um aumento na tenacidade das blendas de PHBV com adição de 10 % (m/m) de GECO e CPE. Com a adição de 25% (m/m) de elastômeros todas as blendas obtiveram aumento de resistência ao impacto. Destaca-se PHBV/NBR 25% que apresentou um aumento de 1000 % em relação ao PHBV puro.

Portanto as blendas de PHBV com GECO apresentaram a maior compatibilidade com PHBV e as blendas com NBR proporcionaram a maior resistência ao impacto. Os resultados deste trabalho sugerem que as blendas de PHBV com elastômeros CPE, GECO e NBR possuem uma boa interação entre os polímeros e podem aumentar a tenacidade a fratura do PHBV, ampliando seu campo de aplicações, e proporcionando a obtenção de materiais biodegradáveis e altamente resistentes ao impacto.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e FAPESP pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Brant, M.C. **Gestão de resíduos plásticos pós consumo: uma perspectiva para o Brasil.** Dissertação (Mestrado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012
- Brito, G. F.; Agrawal, P.; Araújo, E. M.; Melo, T.J.A. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes.** Revista eletrônica de Materiais e Processos, Vol. 6, No. 2, 127-139, 2011
- Calvão, P.S. **Obtenção e caracterização de misturas de polímero biodegradável P[3HB] e seu copolímero P[3HB-co-HV] com elastômeros** Dissertação (doutorado em Engenharia de Materiais) – Escola Politécnica USP, São Paulo, 2009
- Franchetti, S. M. M.; Marconato, J. C, **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade de resíduos plásticos.** Química Nova, Vol. 29, No. 4, 811-816, 2016
- Gross, R.A.; Kaira, B. **Biodegradable Polymers for Environment.** Green Chemistry, Vol. 297, 803-806, 2002
- Hofmann, W. **Rubber Technology Handbook,** New York, Hanser, 1989
- Lima, J. A., Felisberti, M. I. **Poly(hydroxybutyrate) and epichlorohydrin elastomers: phase behavior and morphology,** European Polymer Journal, Vol. 42, 602 – 614, 2006
- Luna, C. e outros. **Desenvolvimento de Blendas Poliméricas visando tenacificação dos**

- polímeros: uma revisão.** Semina: Ciências Exatas e Tecnologias, Vol. 36, 67 – 80, 2015
- Park, E. e outros. **Compatibility of Poly(butadiene-co-acrylonitrile) with Poly(L-lactide) and Poly(3-hydroxyvalerate-co-3-hydroxyvalerate).** Journal of Applied Polymer Science, Vol. 92, 3508 – 3513, 2004
- Paul, D. R.; Newman, S. **Polymer Blends**, London, Academic Press, 1978
- Morton, M. **Rubber Technology**, 3 ed., New York, Van Nostrand Reinhold, 1989
- Raza, Z.A.; Abid, S.; Bandt I.M. **Polyhydroxyalkanoates, characteristics, production, recents developments and application.** International biodeterioration & biodegradation, Vol. 126, 45-46, 2018
- Silva, L.F.; Gomez, J.G.C. **Produção biotecnológica de poli-hidroxicarboxilatos para geração de polímeros biodegradáveis no Brasil.** Quim. Nova, Vol. 30, No.7, 1732-1743, 2007
- Treloar, L.R.G. **Physics and Rubber Elasticity.** Oxford, Oxford University, 1975
- Verhoogt, H.; Ramsay, B.A.; Favis, B.D. **Polymer blends containing poly(3hydroxyalkanoates).** Polymer, Vol. 34, No. 24, 5155-5160, 1994
- White, J. R., De, S. K. **Rubber Technologist's Handbook.** Shawbury Rapra Technology, 2001
- Yu, L.; Dean K.; Li, L. **Polymer blends and composites from renewable resources.** Prog.Polym.Sci, Vol. 31, 576 – 602, 2006
- Zhang, Y e outros **Biosynthesis of poly-3-hydroxybutyrate with high molecular weight by methanotroph from methane and methanol.** Journal of Natural Gas Chemistry, Vol 17, 103 – 109, 2008

SOBRE OS ORGANIZADORES

TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES: Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail.com com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

JOÃO LEANDRO NETO: Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO: Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-330-9

