



**Impactos das
Tecnologias na
Engenharia Química 3**

**Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)**

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

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)	
134	Impactos das tecnologias na engenharia química 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-231-9 DOI 10.22533/at.ed.319190104 1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série. CDD 660.76
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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O acentuado crescimento da população mundial, bem como a ânsia de melhor nível de vida, têm criado elevadas pressões sobre os recursos naturais, matérias-primas, o solo, a água, o ar e os ecossistemas em geral. A intensificação das atividades humanas nas últimas décadas tem gerado um acelerado aumento na produção de resíduos sólidos urbanos, tornando-se um grave problema para as administrações públicas.

A indústria química tem contribuído para a geração de efluentes líquidos e gasosos contendo substâncias tóxicas, bem como de resíduos sólidos perigosos que, lançados diretamente ou indiretamente sem qualquer tratamento no meio ambiente, podem provocar grandes desequilíbrios ecológicos. O uso intensivo de produtos químicos, se por um lado trouxe elevados benefícios aos padrões de vida, por outro lado, os níveis de poluição que estão associados à sua produção são por vezes muito elevados.

As novas tecnologias na Engenharia Química auxiliam nos processos de recuperação e reutilização de resíduos, assim como conversão em novas fontes de energia. Além das diversas formas de obtenção de energia renovável já existente, cada vez mais vem surgindo uma maior procura por outras formas de energia não poluentes. Essas razões são as mais motivacionais: a ideia de uma possível escassez de recursos fósseis, a tentativa de reduzir as emissões de gases nocivos para a atmosfera e que causam o efeito estufa, e, além disso, almeja se alcançar certa independência em relação petróleo.

As questões energéticas são extremamente importantes para a sustentabilidade das sociedades modernas, uma vez que a sobrevivência humana depende do fornecimento contínuo de energia. Esse cenário faz com que seja preciso realizar buscas por alternativas energéticas que sustentem a necessidade humana e que não prejudiquem o ambiente.

Para empresas, além da questão ambiental, um excessivo gasto de energia (advinda de recursos não renováveis) é sinônimo de prejuízo. Eis então uma grande oportunidade para engenheiros químicos intervirem na melhoria da eficiência energética dos processos, ajudar a desenvolver tecnologias limpas e promover a utilização de energias alternativas nas indústrias. Com isso, ocorrerá uma redução de custos e será uma contribuição válida ao meio ambiente o que hoje em dia vem gerando maior competitividade para as empresas. O uso de resíduos agrícolas como fonte de bioenergia tem despertado crescente interesse no setor de agroenergia.

Neste terceiro volume, apresentamos trabalhos com impactos tecnológicos relacionados à indústria, focando na reutilização de produtos e conversão em energia renovável, bem como avanço nos processos para redução da poluição atmosférica e em efluentes. Com isso, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos da Engenharia Química voltada para a área ambiental trazendo benefícios para toda a sociedade.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTENDO METAIS PESADOS	
Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira	
Pedro Henrique Trindade Dias Cabral	
Roberta Resende Maciel da Silva	
Carla Torres Dias	
José Renato Guimarães	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
DOI 10.22533/at.ed.3191901041	
CAPÍTULO 2	8
RESÍDUOS DE CANA-DE-AÇÚCAR E MILHO COMO MATÉRIA PRIMA DO ETANOL 2G: ATUALIDADES E PERSPECTIVAS	
Caroline Müller	
Letícia Mara Milani	
Anderson Giehl	
Évelyn Taize Barrilli	
Letícia Deoti	
Ana Carolina Lucaroni	
Viviani Tadioto	
Helen Treichel	
Sérgio Luiz Alves Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.3191901042	
CAPÍTULO 3	23
MODELAGEM DA PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM BIORREATOR EM BATELADA ATRAVÉS DA OTIMIZAÇÃO DE PARÂMETROS CINÉTICOS POR ALGORITMO GENÉTICO	
Júlia do Nascimento Pereira Nogueira	
Ana Luiza Bandeira de Mello de Albuquerque Campos	
Brunno Ferreira dos Santos	
Filipe Alves Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.3191901043	
CAPÍTULO 4	29
VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DO FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO <i>METARHIZIUM ANISOPLIAE</i> POR PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO	
Eloane Daize Gomes Dallastra	
Enylson Xavier Ramalho	
Lina María Grajales Agudelo	
DOI 10.22533/at.ed.3191901044	
CAPÍTULO 5	40
DESENVOLVIMENTO DE UM COSMÉTICO A PARTIR DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL	
Ana Paula Olivo	
Kátya Regina de Freitas Zara	
Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3191901045	

CAPÍTULO 6	51
INFLUÊNCIA DA GORDURA RESIDUAL DE UNIDADES INDUSTRIAIS DE AVES NA FABRICAÇÃO DE BASE PARA CREME HIDRATANTE	
Jacqueline Hahn Bernardi Cristina Helena Bruno Andreia Cristina Furtado Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3191901046	
CAPÍTULO 7	58
ANÁLISE DA COMPRESSÃO AXIAL E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM CONCRETO PRODUZIDO COM CAROÇO RESIDUAL DE AZEITONA	
Manoela Silva Lima Mariotini Carotta Alan Carlos de Almeida Ana Paula de Carvalho Faria Luiz Felipe Lima Panizzi Jonas dos Santos Pacheco Cristiane de Souza Siqueira Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.3191901047	
CAPÍTULO 8	63
INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO QUÍMICO NA FIBRA DE COCO PARA UTILIZAÇÃO EM COMPÓSITO POLIMÉRICO	
Wenderson Gomes dos Santos Gilmar Alves Borges Lauro Henrique Hamoy Guerreiro Dilson Nazareno Pereira Cardoso Douglas Alberto Rocha de Castro Emerson Cardoso Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.3191901048	
CAPÍTULO 9	68
INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS ORGANOSOLV E HIDROTÉRMICO APLICADOS AO BAGAÇO DE CANA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS COM PEAD	
Bruno Chaboli Gambarato Tatiana Raposo de Paiva Cury Sérgio Teodoro de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3191901049	
CAPÍTULO 10	74
PROPRIEDADES MECÂNICAS E TÉRMICAS DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO RECICLADO REFORÇADOS COM BAGAÇO DE CANA	
Bruno Chaboli Gambarato Gilson Carlos Rodrigues Paulino Amanda Santos Leopoldino Lucas Bruno de Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.31919010410	

CAPÍTULO 11 79

BALANÇO ENERGÉTICO DO SISTEMA INTEGRADO DE BIO-COMBUSTÃO

Ihana Aguiar Severo
Yuri Naidon Favero
Mariany Costa Deprá
Rodrigo Stefanello Bizello Barrios
Rosangela Rodrigues Dias
Mariane Bittencourt Fagundes
Roger Wager
Leila Queiroz Zepka
Eduardo Jacob-Lopes

DOI 10.22533/at.ed.31919010411

CAPÍTULO 12 85

CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO BIOMASSA PARA BIOENERGIA

Maria Lúcia Ferreira Simeone
Patrícia Abraão de Oliveira
Kirley Marques Canuto
Rafael Augusto da Costa Parrella
Cynthia Maria Borges Damasceno
Robert Eugene Schaffert

DOI 10.22533/at.ed.31919010412

CAPÍTULO 13 90

DESENVOLVIMENTO DE BIODIGESTOR E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PARA TRATAMENTO DE RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO

Flávia Souza Pio
Letícia Tamara Santana
Lorena Kelly Corrêia
Francine Duarte Castro

DOI 10.22533/at.ed.31919010413

CAPÍTULO 14 97

RESOLUÇÃO DE PROBLEMA DE VALOR NO CONTORNO ASSOCIADO À MODELAGEM DE BIORREATORES TUBULARES DE FLUXO DISPERSO E CINÉTICA DE MICHAELIS-MENTEN LINEARIZADA

Samuel Conceição Oliveira
Felipe Coelho Morilla

DOI 10.22533/at.ed.31919010414

CAPÍTULO 15 104

SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE CICLOS A VAPOR PARA COGERAÇÃO DE BIOENERGIA NO SETOR SUCROENERGÉTICO

Welban Ricardo Ursino
Samuel Conceição Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.31919010415

CAPÍTULO 16 114

AVALIAÇÃO DE ÓLEOS DE SOJA COM DIFERENTES ORIGENS NA PRODUÇÃO DO BIODIESEL VIA ROTA METÁLICA

Melissa Rafaela Wolf
Isabela Silveira Tobias Perassi
Nadine de Assis
Fulvy Antonella Venturi Pereira

DOI 10.22533/at.ed.31919010416

CAPÍTULO 17 123

PRODUÇÃO DE BIODIESEL PELA TRANSESTERIFICAÇÃO SUPERCRÍTICA ETANÓLICA: MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Erich Potrich
Bruno Elias Suzart Chamas
Antonio José Gonçalves da Cruz
Roberto de Campos Giordano

DOI 10.22533/at.ed.31919010417

CAPÍTULO 18 129

PRODUÇÃO DE BIOETANOL UTILIZANDO CÉLULAS DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE IMOBILIZADAS EM ESFERAS DE ALGINATO DE CÁLCIO REVESTIDAS COM QUITOSANA

Lucidio Cristovão Fardelone
Taciani do Santos Bella de Jesus
Leonardo Akira Kamimura Oura
Gustavo Paim Valença
José Roberto Nunhez
José Augusto Rosário Rodrigues
Paulo José Samenho Moran

DOI 10.22533/at.ed.31919010418

CAPÍTULO 19 137

AUTOMAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM SENSORES E ATUADORES APLICADOS NA PLANTA DE TRATAMENTO DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

Thalys de Freitas Fernandes
Dinilton Pessoa de Albuquerque Neto
Gerônimo Barbosa Alexandre
José Nilton Silva

DOI 10.22533/at.ed.31919010419

CAPÍTULO 20 157

ESTUDO CINÉTICO DA REAÇÃO DE FENTON COM PÓ DE MINÉRIO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DE LAVAGEM DE BIODIESEL E AVALIAÇÃO DA LIXIVIABILIDADE DO RESÍDUO

Jamyla Soares Anício Oliveira Félix
Aline Givisiez de Souza
Francine Duarte Castro

DOI 10.22533/at.ed.31919010420

CAPÍTULO 21 173

APLICAÇÃO DE CARVÃO ATIVADO CALCINADO NA REMOÇÃO DE ÓLEO DIESEL

Leonardo Henrique de Oliveira
Selene Maria Arruda Guelli Ulson de Souza
Antônio Augusto Ulson de Souza

DOI 10.22533/at.ed.31919010421

CAPÍTULO 22 178

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CURVA DE POLARIZAÇÃO DE UMA CÉLULA A COMBUSTÍVEL TIPO PEM

Roque Machado de Senna
Thais Santos
Henrique Senna
Marcelo Linardi

DOI 10.22533/at.ed.31919010422

CAPÍTULO 23 187

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA INDIVIDUAL DE COLETA E GLOBAL NA SEPARAÇÃO DE PARTICULADOS DE MAGNESITA EM CICLONE LAPPLE

Polyana Gomes de Aguiar
Daiane Ribeiro Dias
Annanda Alkmim Alves
Mariana Oliveira Marques
João Carlos Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.31919010423

CAPÍTULO 24 194

ANÁLISE DE HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (PAH) NO AR ATMOSFÉRICO USANDO SISTEMA PASSIVO DE AMOSTRAGEM PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL

Aldo Muro Júnior
Nicola Pittet Muro
Nelson Roberto Antoniosi Filho
Maria Isabel Ribeiro Alves

DOI 10.22533/at.ed.31919010424

CAPÍTULO 25 213

CAPTURA DE CO₂ UTILIZANDO O PROCESSO CALCIUM-LOOPING

Juliana Alves da Silva
Ricardo José Chimentão
João Batista Oliveira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.31919010425

CAPÍTULO 26 224

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO QUÍMICO DE CAPTURA DE CO₂ UTILIZANDO A TECNOLOGIA HIGEE NA INTENSIFICAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS

Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira
José Renato Guimarães
Brenda Sedlmaier Costa Coelho
Camila Ceravolo de Carvalho
Francine Silveira Vieira
Luiza Moreira Santos
Jorge David Alguiar Bellido

DOI 10.22533/at.ed.31919010426

CAPÍTULO 27 232

Zn-ZIF EM TECIDO APLICADO NO PROCESSO DE CAPTURA DE CH₄

Guilherme Andreoli Gil
Guilherme Otávio Lima
Lucas Mendes Pedro
Bianca Bastos Caruzi
Fabrício Maestá Bezerra
Murilo Pereira Moisés

DOI 10.22533/at.ed.31919010427

CAPÍTULO 28 239

INIBIDOR DE CORROÇÃO OBTIDO POR LIXIVIAÇÃO DE CIGARRO APÓS SEU CONSUMO

Lauren Marcilene Maciel Machado
Luciana Rodrigues Machado

DOI 10.22533/at.ed.31919010428

CAPÍTULO 29 249

ENRIQUECIMENTO DE BACTÉRIAS REDUTORAS DE SULFATO AUTÓCTONES E SUA ADESÃO EM ESPUMA DE POLIURETANO EM REATOR ANAERÓBIO NO TRATAMENTO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA

Alessandra Giordani
Renata Piacentini Rodriguez
Leonardo Henrique Soares Damasceno
Gunther Brucha

DOI 10.22533/at.ed.31919010429

CAPÍTULO 30 255

BIODEGRADAÇÃO DO SURFACTANTE LINEAR ALQUILBENZENO SULFONATO DE SÓDIO EM DOIS DETERGENTES LIQUIDOS COMERCIAIS UTILIZANDO FUNGO FILAMENTOSO *Penicillium crustosum*

Sulamita Aparecida Ambrosia dos santos
Luiza Maria Amaral Frossard de Paula
Mayara Costa Franco
Karen Sartori Jeunon Gontijo
Ana Maria de Oliveira
Enio Nazaré de Oliveira Junior

DOI 10.22533/at.ed.31919010430

CAPÍTULO 31 272

DEGRADAÇÃO DE CORANTES ALIMENTÍCIOS UTILIZANDO LAFeO₃ COMO CATALISADOR EM REAÇÃO FOTO-FENTON SOLAR

Patrícia Grassi
Fernanda Caroline Drumm
Siara Silvestri
Sérgio Luiz Jahn
Edson Luiz Foletto

DOI 10.22533/at.ed.31919010431

CAPÍTULO 32	281
DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE RODAMINA B COM UM CATALISADOR À BASE DA BIOMASSA PORONGO: EFEITO DA DOPAGEM COM FERRO	
William Leonardo da Silva	
Mariéle Schaedler Nascimento	
Matheus Severo Schalenberger	
Joana Bratz Lourenço	
DOI 10.22533/at.ed.31919010432	
CAPÍTULO 33	287
AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA, UTILIZANDO TiO_2 E ZNO, DO ANTIBIÓTICO METRONIDAZOL (MTZ) A PARTIR DA ESPECTROFOTOMETRIA	
Luiza Barbosa Petersen Mendes	
Luciane Pimentel Costa Monteiro	
Leandro Vahia Pontual	
DOI 10.22533/at.ed.31919010433	
CAPÍTULO 34	303
CARACTERIZAÇÃO DE CÁPSULAS DE CAFÉ PÓS CONSUMO VISANDO A RECICLAGEM NA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro	
Priscilla Sayuri Nakazawa	
Ana Maria Ferrari	
Ana Claudia Ueda	
DOI 10.22533/at.ed.31919010434	
CAPÍTULO 35	315
APPLICATION OF THE MARKOV CHAIN MONTE CARLO METHOD TO ESTIMATION OF PARAMETERS IN A MODEL OF ADSORPTION-ENHANCED REACTION PROCESS FOR MERCURY REMOVAL FROM NATURAL GAS	
Josiel Lobato Ferreira	
Diego Cardoso Estumano	
Mariana de Mattos Vieira Mello Souza	
Emanuel Negrão Macêdo	
DOI 10.22533/at.ed.31919010435	
CAPÍTULO 36	322
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE CATALISADORES BASEADOS EM ÓXIDO DE FERRO SUPOSTADOS EM CARVÃO ATIVADO DERIVADO DA CASCA DO COCO VERDE	
Natália Matos Silva Pereira	
Marta Cecília da Esperança Santos	
Sirlene Barbosa Lima	
Maria Luiza Andrade da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.31919010436	
SOBRE A ORGANIZADORA	334

PROPRIEDADES MECÂNICAS E TÉRMICAS DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO RECICLADO REFORÇADOS COM BAGAÇO DE CANA

Bruno Chaboli Gambarato

Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA,
Programa de Mestrado em Materiais.

Volta Redonda – RJ

Gilson Carlos Rodrigues Paulino

Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA,
Programa de Mestrado em Materiais.

Volta Redonda – RJ

Amanda Santos Leopoldino

Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA,
Departamento de Engenharia Ambiental.

Volta Redonda – RJ

Lucas Bruno de Paiva

Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA,
Departamento de Engenharia Ambiental.

Volta Redonda – RJ

RESUMO: O desenvolvimento de compósitos poliméricos reforçados com biomassas vegetais promove uma diminuição no uso de derivados de petróleo pela indústria de materiais. Neste trabalho, foram desenvolvidos compósitos poliméricos de polipropileno (PP) reciclado reforçados com bagaço de cana e suas propriedades mecânicas e térmicas foram avaliadas. O PP foi obtido por coleta doméstica e homogeneizado para a obtenção de formulações de compósitos com 5, 10 e 15% de bagaço de cana triturado e seco. Os resultados mostraram que a adição de 15% de bagaço

promove um aumento de 35 % nos módulos de Young e flexão, além de um aumento de 17% no limite de resistência à flexão. A adição de bagaço não alterou significativamente o ponto de fusão do material e ainda contribuiu para a formação de cristais mais homogêneos.

PALAVRAS-CHAVE: Compósitos poliméricos; Bagaço de cana; Polipropileno; Propriedades mecânicas; Análise térmica.

ABSTRACT: The development of polymeric composites reinforced with vegetable biomass promotes a decrease in the use of petroleum derivatives by the materials industry. In this study, polymeric composites of recycled polypropylene (PP) reinforced with sugarcane bagasse were developed and their mechanical and thermal properties were evaluated. PP was obtained from household items and homogenized to obtain formulations with 5, 10 and 15% of ground and dried sugarcane bagasse. Results showed that the addition of 15% of bagasse promoted a 35% increase in Young's and flexure modulus and a 17% increase in flexural strength. The addition of bagasse did not significantly alter the melting point of the material and also contributed to the formation of more homogeneous crystals.

KEYWORDS: Polymeric composites; Sugarcane bagasse; Polypropylene; Mechanical properties; Thermal analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Estima-se que, de 1950 a 2015, foram produzidos no mundo 8,3 bilhões de toneladas de plástico. Este material, versátil em suas aplicações e de fácil processamento é, em sua maioria, obtido por meio de derivados do petróleo e apresentam em sua composição um elevado teor de carbono. Desse montante, apenas 9% foi reciclado, cerca de 12% foi incinerado e uma fração de 79% foi acumulada em aterros sanitários e, onde pode permanecer por centenas de anos até a sua decomposição (GEYER et al, 2017).

Dentro deste contexto, uma alternativa viável à indústria de materiais é a reciclagem dos polímeros termoplásticos, que podem ser reprocessados sem perdas efetivas de propriedades mecânicas e químicas. Além disso, os plásticos podem ser processados juntamente com biomassas vegetais e resíduos agroindustriais para o desenvolvimento de compósitos. Dessa forma, é possível obter um material com menor teor de derivados do petróleo, além de alcançar propriedades mecânicas superiores às do plástico (KASEEM et al, 2015).

O bagaço de cana é um importante subproduto da indústria sucroalcooleira e o processamento da cana na safra 2016/2017 gerou mais de 90 milhões de toneladas desse resíduo (UNICADATA, 2018). Assim, neste trabalho, foram avaliadas as propriedades mecânicas e térmicas de diferentes formulações de compósitos poliméricos de polipropileno (PP) reciclado reforçados com bagaço de cana.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Processamento do PP

O PP obtido por coleta doméstica foi recebido, triturado em moinho de facas e misturado em homogeneizador termocinético MH Equipamentos (MH-50H) em sucessivas bateladas de 1 min. O processo foi repetido até que o material se apresentasse com coloração homogênea.

2.2 Bagaço de cana

O bagaço de cana-de-açúcar utilizado neste trabalho foi obtido diretamente com o produtor na cidade de Canas – SP. O bagaço foi recebido, desmedulado e lavado com água até total remoção dos açúcares da cana. Procedeu-se, então, a secagem do material em estufa sob temperatura em torno de 100°C. Posteriormente, o material foi moído e armazenado

2.3 Formulação dos Compósitos

Os compósitos foram produzidos em homogeneizador termocinético MH Equipamentos (MH-50H). Foram definidas formulações com o PP reciclado contendo,

em massa, 5% (PP5B), 10 % (PP10B) e 15% (PP15B) em massa de bagaço de cana livre de extrativos (extração em Soxhlet com Etanol 95% por 8h), triturado a 50 mesh e seco em estufa a 100°C. Posteriormente, foram injetados corpos de prova para os ensaios de tração (ASTM D638-03) e flexão (ASTM D790-03) em uma injetora RAY RAM - modelo TSMP a 300°C. Para efeito comparativo, também foram injetados corpos de prova do PP reciclado (PP-REC).

2.4 Caracterizações

Os ensaios mecânicos ocorreram em uma Máquina Universal EMIC DL-10000. Os ensaios de tração se processaram com base na norma ASTM D638/08, com célula de carga de 5 kN, em temperatura ambiente sob uma velocidade de 5 mm.min⁻¹. Os ensaios de flexão foram realizados com base na norma ASTM D790/10, com célula de carga de 100 kN, distância entre apoios de 80 mm, em temperatura ambiente sob velocidade de 5 mm.min⁻¹.

O polipropileno reciclado e os compósitos foram submetidos à Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC), num Analisador Térmico Simultâneo STA-6000 da Perkin Elmer, com fluxo de N₂ de 20 mL.min⁻¹, utilizando cerca de 15mg de amostra. As amostras foram submetidas a análise, utilizando uma taxa de aquecimento constante de 10 °C.min⁻¹ nas temperaturas de 30 a 250°C. A partir dessa análise, foram determinadas as temperaturas de fusão de cada amostra e o seu respectivo grau de cristalinidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentados os valores das propriedades mecânicas em tração (a e b) e em flexão (c e d), acompanhados das retas de regressão linear ajustadas para cada propriedade em função do teor de bagaço na formulação. Em tração, verifica-se que o PP reciclado apresenta Módulo de Young de 296 ± 18 MPa, enquanto que o compósito com 15% de bagaço (PP15B) atingiu o valor de 399 ± 9 MPa para esta propriedade. Este aumento na rigidez do material promovido pela adição de bagaço é acompanhado de uma redução na deformação na tensão máxima, mostrada na figura 1b, comportamento comum a compósitos poliméricos (KASEEM et al, 2015). A limite de resistência à tração não sofreu variação significativa e se apresentou com o valor médio de 19,2 ± 0,5 MPa.

Em flexão, como mostram as figuras 1c e 1d, a adição de bagaço à formulação promove um aumento no módulo de elasticidade de 702 ± 16 MPa (PP-REC) para 951 ± 28 MPa (PP15B) e na tensão máxima suportada pelo material em flexão de 22,3 ± 0,6 MPa (PP-REC) para 26,2 ± 1,1 MPa (PP15B).

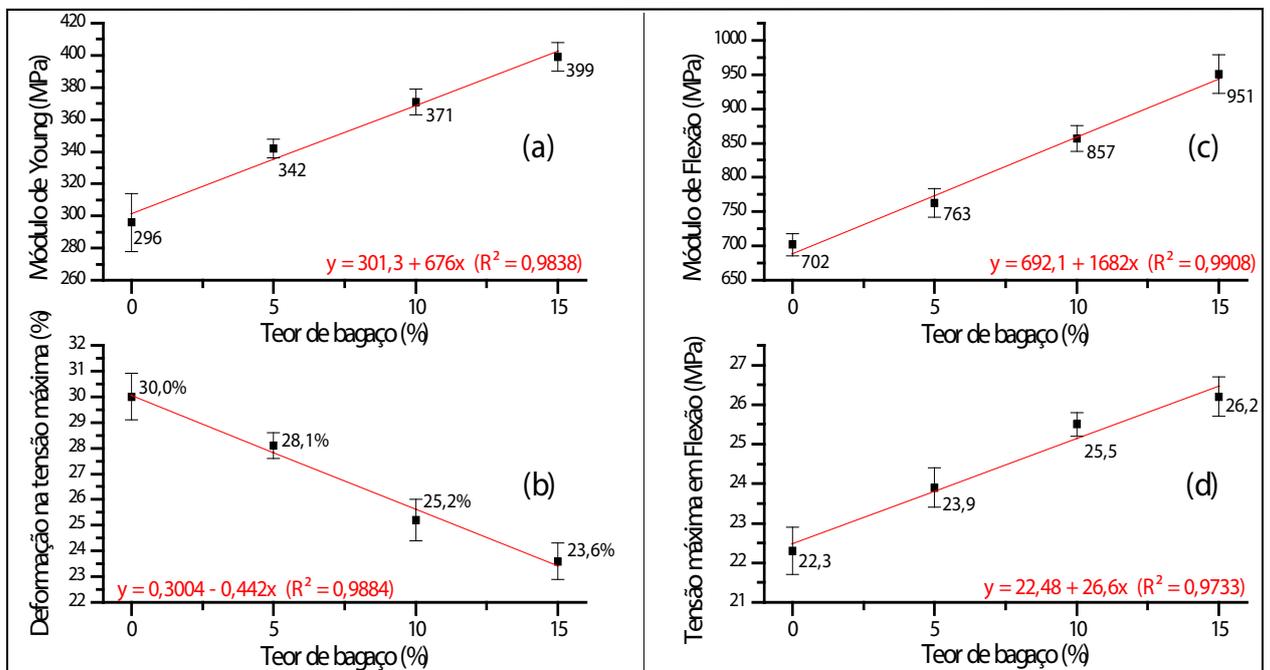


Figura 1 – Propriedades mecânicas em tração (a e b) e em flexão (c e d) dos materiais em função do teor de bagaço nas formulações

Na Tabela 1 são mostrados parâmetros determinados na análise térmica (DSC). T_1 e T_2 representam a menor e a maior temperatura do pico de fusão em cada amostra. ΔT representa a diferença entre essas temperaturas, T_{Pico} a temperatura do pico de fusão, ΔH a entalpia calculada do pico (considerando somente a massa de plástico de cada formulação) e x_c o grau de cristalinidade, calculado a partir da entalpia de fusão do PP 100% cristalino ($\Delta H^0 = 165 \text{ J.g}^{-1}$).

Amostra	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT (°C)	T_{Pico} (°C)	ΔH (J.g ⁻¹)	x_c
PP-REC	135,7	199,0	63,3	169,8	58,44	35,42%
PP5B	134,1	194,2	60,1	171,1	52,26	31,67%
PP10B	133,8	191,4	57,6	168,6	49,72	30,13%
PP15B	139,0	186,0	47,0	169,3	49,37	29,92%

Tabela 1 – Parâmetros obtidos via Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC)

Analisando-se o grau de cristalinidade, verifica-se que o PP reciclado puro apresentou 35,42 % de fração cristalina e que a adição de bagaço promoveu uma redução nesse número, como esperado. A interação entre a fibra e a matriz polimérica interfere na nucleação dos cristais e, como mostrado por Zhang et al (2018), a diminuição na cristalinidade de compósitos está diretamente associada a um ganho nas propriedades mecânicas. Quanto às temperaturas de fusão, verifica-se que não houve diferença significativa nas temperaturas dos picos (média = $169,7 \pm 1,1$ °C). Entretanto, houve uma redução bastante significativa na largura dos picos, mostrada

na tabela 1 como . Tal diminuição sugere que a adição de bagaço contribui para a nucleação de cristais mais homogêneos.

4 | CONCLUSÕES

A adição de bagaço à formulação de compósitos com PP reciclado promove uma melhora nas propriedades mecânicas quando comparadas ao polímero puro. Foram verificados aumentos de cerca de 35% no Módulo de Young e no Módulo de Flexão com a adição de 15% de bagaço, além de um aumento de 17% no limite de resistência à flexão. Quanto às propriedades térmicas, os compósitos apresentaram temperaturas de fusão equivalentes ao polímero puro, em torno de 170 °C, mostrando que o processamento dos compósitos pode ser realizado sob parâmetros bastante próximos ao processamento do PP puro. A interação da biomassa lignocelulósica com a matriz polimérica interfere na cristalinidade do material, que diminui com a adição de bagaço. Entretanto, a biomassa parece contribuir para a nucleação de cristais mais homogêneos. Assim, foi possível neste trabalho obter materiais contendo 15 % menos derivados de petróleo, reaproveitar plástico de embalagens domésticas e resíduos industriais e obter propriedades mecânicas superiores às do polímero puro.

REFERÊNCIAS

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 638: Standard test method for tensile properties of plastics. United States, 2008.

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 790: Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials. United States, 2010.

GEYER, R; JAMBECK, JR; LAW, KL. Production, use and fate of all plastics ever made. Science (Advances). v. 3 (7), DOI: 10.1126/sciadv.1700782, 2017.

KASEEM, M; HAMAD, K; DERI, F. Material properties of polyethylene/wood composites: a review of recent works. Polymer Science, v. 57 (6), p. 689-703, 2015.

UNICADATA. Moagem de cana de açúcar e produção de açúcar e etanol – safra 2016/2017. Disponível em <https://goo.gl/AN9pQ5>. Acesso em 12/04/2018.

ZHANG, XL; HAO, XL; HAO, JX; WANG, QW. Thermal and mechanical properties of wood-plastic composites filled with mutiwalled carbon nanotubes. Journal of Applied Polymer Science. v. 135 (22), 2018.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARMEN LÚCIA VOIGT Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-231-9

