



Impactos das
Tecnologias na
Engenharia Química 3

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

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 Cecilia da Esperança Santos Sirlene Barbosa Lima Maria Luiza Andrade da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.31919010436	
SOBRE A ORGANIZADORA	334

CARACTERIZAÇÃO DE CÁPSULAS DE CAFÉ PÓS CONSUMO VISANDO A RECICLAGEM NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Engenharia Têxtil – Docente,
Apucarana – Paraná

Priscilla Sayuri Nakazawa

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Engenharia Têxtil – Docente,
Apucarana-Paraná

Ana Maria Ferrari

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Engenharia Química – Docente,
Apucarana – Paraná

Ana Claudia Ueda

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Engenharia Química – Docente,
Apucarana – Paraná

RESUMO: As máquinas de café expresso em cápsula tornaram o preparo do café muito mais rápido e prático. No entanto, com semelhante rapidez são gerados resíduos provenientes do descarte das cápsulas e esses que deveriam ser reutilizados ou reciclados, em detrimento da disposição em aterros sanitários, na realidade não o são. Diante disso, o uso de cápsulas de café pela indústria têxtil pode ser uma potencial via de reciclagem, dando uma adequada destinação a esses resíduos. Para tanto, foi realizada a caracterização das cápsulas pelas técnicas espectroscopia na região do infravermelho com transformada de

Fourier (FTIR) e termogravimétrica (TG). Por essas técnicas pode-se verificar a presença de polipropileno, porém não foram eficientes na identificação das outras camadas. Portanto, sugeriu-se a utilização de outras técnicas para caracterização, que em conjunto com as informações já obtidas, torne possível a reciclagem das cápsulas de café para obtenção de filamentos têxteis.

PALAVRAS-CHAVE: Cápsulas de café. FTIR. TG. Polipropileno. Poli(etileno-co-álcool vinílico). Indústria têxtil.

CHARACTERIZATION OF COFFEE CAPSULES AFTER CONSUMPTION IN VIEW OF RECYCLING IN THE TEXTILE INDUSTRY

ABSTRACT: The espresso coffee machines fed by capsules made coffee preparation much quicker and more practical. However, waste from the capsules' disposal is generated and not reused or recycled as it should, opposing to its disposal in landfills. Therefore, the use of coffee capsules by the textile industry may be a potential recycling route, giving an adequate destination for these residues. For this purpose, the characterization of the capsules by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and thermogravimetry were performed. By these techniques, the presence of polypropylene could

be verified, but they were not efficient in the identification of the other layers. Therefore, it was suggested to use other techniques for characterization, which together with the information already obtained, make it possible to recycle the coffee capsules to obtain textile filaments.

KEYWORDS: Coffee capsules. FTIR. TG,. Compatibilizing agent. Polypropylene. Poly(ethylene-co-vinyl alcohol). Textile industry.

1 | INTRODUÇÃO

A máquina de café expresso com sistema de cápsula tem seu uso cada vez mais difundido mundialmente. Esse sistema contribuiu muito para facilitar o preparo do café expresso e as cápsulas por apresentarem alta resistência, fornecem proteção à luz, à umidade e ao oxigênio, conservando o aroma e o sabor. Apesar das vantagens, surgem algumas preocupações sobre a quantidade de resíduos gerados por esse sistema (BOLTON, 2015).

A Keurig Green Mountain, em 2015, vendeu mais de 9 bilhões de suas tradicionais monodoses em cápsulas de café plásticas (GELLES, 2016). As melhores estimativas dizem que uma fileira de K-Cups seria suficiente para circundar o globo 10,5 vezes (BRADBURY, 2015). Sua concorrente, a Nespresso, estima que vendeu 28 bilhões de cápsulas em todo o mundo entre 1986 e 2013.

A Halo (2017), uma empresa que só vende seus produtos em cápsulas de café completamente biodegradáveis, afirma que 39.000 cápsulas de café a nível mundial são produzidas a cada minuto, com até 29.000 destas enviadas para aterro. Assim, embora as empresas classifiquem as cápsulas como objetos recicláveis, a maioria delas não estão sendo recicladas.

Em decorrência dessa situação, a pressão por alternativas para a utilização desse material pós-consumo aumenta. A indústria têxtil pode surgir como opção para a reciclagem dessas cápsulas, a exemplo das garrafas de polietileno tereftalato (PET), que vem sendo utilizadas na produção de fibras de poliéster. Cerca de 40% das garrafas PET utilizadas na Europa são agora reprocessadas em fibras, reduzindo diariamente grandes quantidades de lixo no meio ambiente e oceanos (PERFORMANCE DAYS, 2016).

No entanto, atualmente são mais de 70 empresas atuantes no segmento de cápsula, apenas no mercado brasileiro (BUREAU, 2015). Assim, a depender da marca, a composição da cápsula pode ser alterada, incluindo diferentes elementos e materiais e podendo se enquadrar em duas categorias principais: cápsulas de alumínio e plástico.

Para o reprocessamento pela indústria têxtil é importante que se trate de cápsulas de plástico, mais especificamente de um polímero termoplástico. As cápsulas de plástico são, em sua maioria, feitas de poliolefinas, mais especificamente polipropileno (PP). As cápsulas de polipropileno são vantajosas no que diz respeito ao consumo

de energia e eliminação, mas impõem exigências aumentadas no mecanismo de perfuração e na proteção do aroma (QBO COFFEE GMBH, 2016). Para superar a desvantagem das pobres propriedades de barreira ao oxigênio do PP, que prejudicam o sabor e aroma, algumas empresas utilizam uma camada de EVOH ou EVAL (Etilen-Vinil Álcool) intercalada entre duas camadas de PP (COZZOLINO et al., 2015).

Portanto, este artigo visa explorar a potencialidade da reciclagem das cápsulas de café no âmbito têxtil, com a caracterização desse material pelas técnicas analíticas de espectroscopia no infravermelho por transformada de fourier (FTIR) e termogravimetria (TG). Assim, caso se trate de um polímero termoplástico pode-se propiciar a não deposição das cápsulas em aterros ao oferecer uma alternativa mais adequada aos resíduos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Nas análises, foram utilizadas cápsulas da Nestlé, provenientes da máquina NESCAFÉ Dolce Gusto, modelo Gênio II. As amostras foram lavadas com água e detergente para retirada da matéria orgânica e, secas à temperatura ambiente.

2.1 Caracterização das cápsulas

2.1.1 Espectroscopia no infravermelho por transformada de fourier (FTIR)

Os espectros de absorção da cápsula de café foram obtidos utilizando um espectrômetro Varian, modelo FTIR-700, no modo ATR (refletância total atenuada), localizado no Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá (UEM), sendo realizado na faixa de $400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$. Os resultados foram analisados utilizando o software OriginPro versão 8 e a biblioteca espectral da NICODOM (NICODOM, 2017).

2.1.2 Termogravimetria (TG)

As curvas termogravimétricas foram obtidas em um equipamento SHIMADZU TGA-50, com a utilização de cadinhos de platina com massa de amostra $\sim 7\text{ mg}$ em atmosfera de argônio (50 mL min^{-1}), com razão de aquecimento $10\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ da temperatura ambiente até $800\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Espectroscopia de infravermelho por transformada de fourier (FTIR)

Na Figura 3 estão incluídos os espectros FTIR obtidos das cápsulas de café em comparação com o espectro do PP puro. O espectro de FTIR revela bandas próximas

as de absorção características de ligações CH presentes no polipropileno, ou seja, estiramento de grupos CH/CH₂/CH₃ entre 2850 e 2980 cm⁻¹, deformação angular de grupos CH₃ em 1376 e 1454 cm⁻¹, estiramento de ligações CH₃ em 1167 cm⁻¹ e deformação angular dos grupos CH em 899 cm⁻¹. Pode-se observar também o conjunto de absorções 1167, 997, 899 e 841 cm⁻¹ que são relacionadas ao polipropileno isotático (AFONSO, 2008; CHIPARA et al., 2011).

A principal variação que se pode observar é o aumento da região de 3600-3000 cm⁻¹ que corresponde ao alongamento da ligação OH potencialmente unidades de álcool vinílico. No entanto, observa-se também o surgimento de uma banda de absorção em 1744 cm⁻¹ referente ao estiramento C=O de carbonila de éster, devido a interação dos grupos pendentos da resina adesiva e os grupos OH do EVOH (WAGNER JUNIOR; MOUNT III; GILES JUNIOR, 2014; BOTROS, 1994).

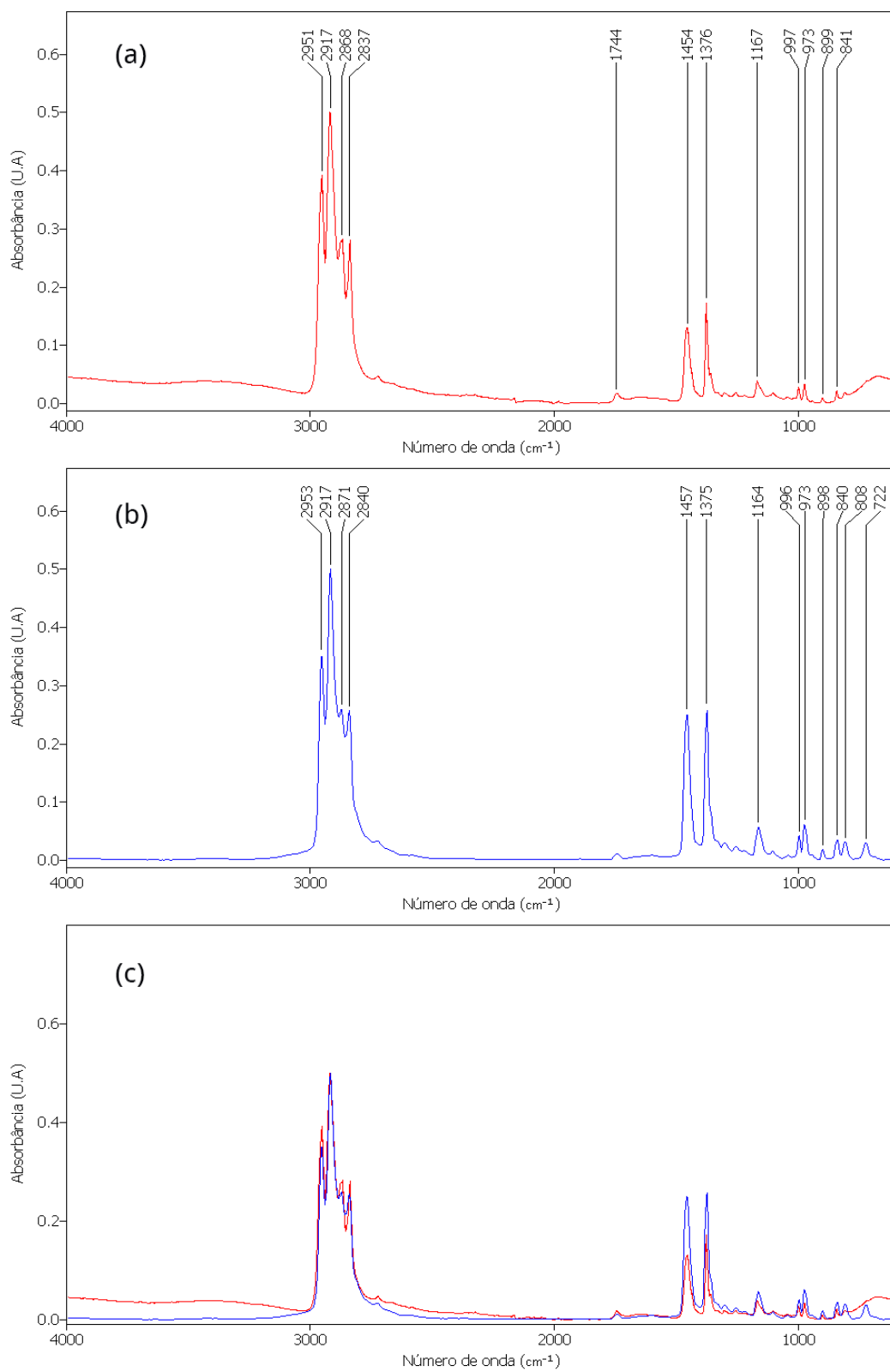


Figura 3 – Espectros FTIR – (a) cápsula; (b) PP puro; (c) comparação.

Fonte: Autora, 2017.

As atribuições das bandas para as cápsulas de café são apresentadas na Tabela 2.

Banda (cm ⁻¹)	Atribuições
2951	V _a (CH ₃)
2917	V _a (CH ₂)
2868	V _s (CH ₂)
2837	V _s (CH ₂)
1744	V C=O
1454	δ _a (CH ₃) e δ _s CH ₂
1376	δ _s (CH ₃)
1167	δ _a CH ₃
997	ω (C=C vinil) δ CH ρ CH ₃ , ω CH ₂
973	ω (C=C trans) ou δ CH ₃ , ν C-C
899	ρ CH ₃ , ρ CH ₂ , δ CH
841	ρ CH ₂

Tabela 2 – Atribuições das principais bandas do espectro de infravermelho das cápsulas de café.

Abreviação: V_a = estiramento assimétrico; V_s = estiramento simétrico; δ = scissoring (deformação angular simétrica no plano); ρ = rocking (deformação angular assimétrica no plano); t = twisting (deformação angular assimétrica fora do plano); ω = wagging (deformação angular simétrica fora do plano).

Os dados obtidos por FTIR-ATR sugerem, então, que uma das camadas da amostra é constituída de polipropileno, mas não foi tão conclusiva quanto a presença de EVOH por apresentar poucas bandas características de poliálcoois.

3.2 Termogravimetria (TG)

A Figura 4 apresenta as curvas TG e DTG para as cápsulas de café. São destacadas as temperaturas de decomposição inicial (T_i) e a temperatura da taxa máxima de degradação (T_m) para comparação com os valores encontrados na literatura de EVOH e PP puro (Tabela 3) (BECKER et al., 2011; JIANG; QIAO; SUN, 2006).

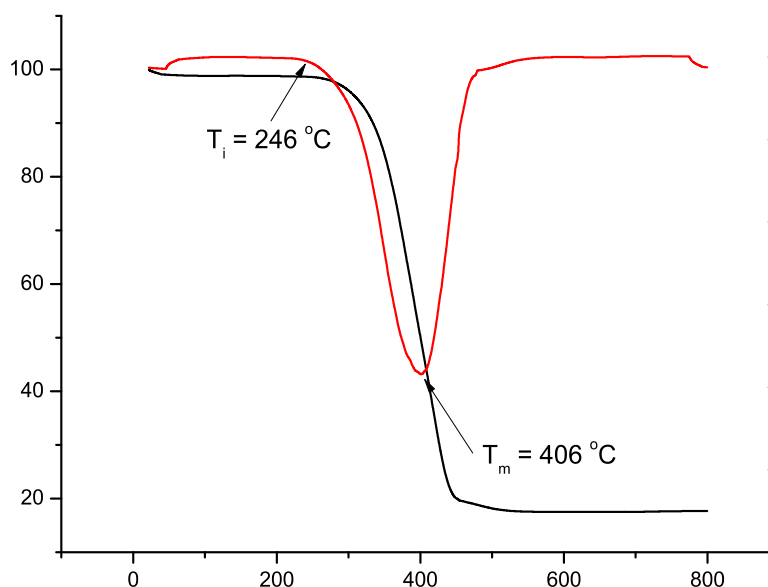


Figura 4 – Curva TG/DTG da cápsula de café.

Fonte: Autora, 2017.

Na curva TG tem-se que a porcentagem de massa residual da cápsula de café, resultante da análise termogravimétrica em temperatura de até 800 °C, foi de 17,69%. Esse resíduo pode ser correlacionado com partículas da folha de extração de alumínio que ainda possam ter ficado na amostra.

A curva DTG mostra que a maior degradação ocorre em um estágio. A T_i é de cerca de 246°C, que em comparação aos valores de PP puro está bem próximo, com uma variação de 1°C, já quando comparado com EVOH puro a variação é de 104°C. Em congruência T_m ficou 8 °C superior ao PP puro, apresentando um valor de 406 °C, e cerca de 16 °C superior ao EVOH puro.

Material	T_i (°C)	T_m (°C)
Cápsula de café	246	406
PP	247	398
EVOH	360	390

Tabela 3 – Temperaturas de perda de massa

Fonte: Autora, 2017; Becker et al., 2011; Jiang; Qiao; Sun, 2006.

Os valores próximos de T_i e T_m da amostra e do PP, sugerem a presença desse polímero na amostra. Quanto à presença de EVOH não foi possível determinar pelas curvas TG e DTG. Em geral, a quantidade presente de EVOH em embalagens multicamadas é de ~3%, ou seja, uma quantidade muito pequena foi analisada, o que explicaria a não detecção de faixas de degradação desse material (BUNTINX et al., 2014).

No entanto, o conhecimento dos valores de temperatura de degradação das cápsulas de café será útil para seu processamento, uma vez que se deve atingir temperaturas altas para o derretimento, sem exceder a temperatura de degradação para conservar suas propriedades.

3.3 Aplicação na Indústria Têxtil

Nas análises ficou evidente que um dos compostos da cápsula é o PP, no entanto, sugere-se a presença também de EVOH. De modo geral, o EVOH não influi significativamente nas análises, pois tanto os espectros FTIR como os dados da TG/DTG se assemelham ao do PP puro. Segundo estudos realizados, somente a partir de 5% de EVOH é que as propriedades mecânicas são afetadas, especialmente a resistência ao impacto do material (COTREP, 2017). À vista dessas informações, uma alternativa para os resíduos de cápsulas de café seria sua reciclagem para a

fabricação de filamentos de PP.

O PP compreende aproximadamente cerca de 8,5% de toda matéria-prima têxtil produzida mundialmente. É uma das fibras sintéticas que tem crescimento mais rápido, representando a quarta posição nesse *ranking*. Em 2014, a produção mundial de fibra de polipropileno era de aproximadamente 6 milhões de toneladas métricas. A fibra de PP representa mais de 90% da produção de fibra de poliolefina (MATHER, 2015; RESEARCH AND MARKETS, 2017).

A crescente utilização do PP pode ser atribuída a várias propriedades como a sua baixa densidade, alta rigidez cristalina, alta resistência química e bacteriana (MURAHARI; RAO, 2013).

Variando as condições de polimerização, fiação e processamento, é possível influenciar nas propriedades das fibras de PP. Para a formação de fibras têxteis é normalmente utilizada exclusivamente a configuração isotáctica do polímero. O PP isotático forma uma estrutura de duas fases compreendendo um material cristalino e não cristalino, sendo o grau de cristalinidade normalmente na ordem de 50-65%.

Para a fabricação das fibras de PP é utilizada a fiação convencional por fusão. O processo de fiação úmida apresenta maior velocidade, baixo custo e simplicidade operacional, o que o torna o processo de maior conveniência para geração de fibras (BRITO et al., 2013). Neste processo, os grânulos de PP são primeiramente conduzidos para um funil que alimenta a extrusora. Na extrusora, o polímero passa por várias áreas de aquecimento para que ocorra a sua fusão, o que o torna fluidificado para sua passagem por um conjunto de filtros, que remove as impurezas. Para a obtenção das fibras, o polímero fundido deve atravessar uma fieira contendo pequenos orifícios e passar por uma zona de arrefecimento que as solidifica (KOTEK et al., 2009).

Estas fibras têm uma ampla gama de aplicações, uma vez que sua produção é simples e barata, e além disso, proporciona também um notável desempenho tecnológico. No entanto, nas análises houve uma porcentagem significativa de resíduos, e a depender das impurezas e contaminantes presentes é inadequada a utilização das fibras advindas das cápsulas de café no vestuário. Porém, este material poderia ser aplicado em áreas técnicas e indústrias, como em sistemas agrícolas, pelos denominados agrotêxteis, que são produzidos a partir de filamentos contínuos de polipropileno sobrepostos direcionalmente ou desordenadamente formando uma manta consolidada termicamente (MORIYA, 2012). Constitui-se em um material não tecido leve e poroso, promovendo a passagem de água e gases, tal como 85% da radiação que chega à sua superfície (ABINT, 2000).

O agrotêxtil é um material comumente utilizado para a proteção de plantas, proporcionando um ambiente favorável ao crescimento e fornecendo proteção ao cultivo. Isso se dá através do uso de mantas de proteção que são divididas em três categorias: resistente às intempéries; contra insetos e animais e; contra a radiação solar (MOGAHZY, 2009).

Outra área técnica e industrial para aplicação dos filamentos têxteis reciclados seria

a construção civil, com o uso do reforço têxtil ao invés do reforço de aço convencional para o concreto. A utilização do reforço têxtil resulta em maior durabilidade, uma vez que as barras de aço estão sujeitas à corrosão, o que pode causar a destruição do concreto, além de reduzir a seção transversal efetiva da área das barras e conseqüentemente aumentando as tensões na estrutura (GRIES et al., 2016).

Os concretos reforçados com fibras são considerados como materiais compósitos, deste modo são constituídos de, no mínimo, duas fases distintas: matriz e reforço. Considera-se como matriz no concreto reforçado com fibras o próprio concreto, e as fibras como o material de reforço (MEDEIROS, 2012).

Ainda na construção civil, encontra-se a aplicação dos geotêxteis, que assim como o agrotêxtil, são formados pela estrutura de não tecidos, portanto, são fabricados com filamentos contínuos ou fibras cortadas, distribuídas direcionalmente ou ao acaso, os quais são podem ser consolidadas por três tipos de processos: agulhagem, processo térmico e resinagem (NASCIMENTO, 2017).

O geotêxtil proporciona ao solo boa resistência à tração, uma vez que esse já é resistente sob compressão. Este material pode ser utilizado em muitas construções, desempenhando as funções de drenagem (coleta e condução de um fluido), filtração (retenção de partículas do solo), separação (evita a mistura de materiais de composição diferentes) e reforço (melhora as características mecânicas de uma estrutura geotécnica) (COSTA, 1999; NASCIMENTO, 2017).

Portanto, as aplicações de fibras de PP são diversas e são inúmeros estudos que apresentam as vantagens de seu uso em áreas técnicas e industriais. Além disso, como já mencionado, ele é fabricado por fiação por fusão, o processo menos complexo para fibras sintéticas e considera-se que apresenta pouco impacto ambiental por se quimicamente inerte. Então, a depender das características obtidas com a reciclagem das cápsulas pós-consumo para fabricação de filamentos têxteis esse poderá ter uma ampla gama de aplicações.

4 | CONCLUSÃO

As técnicas FTIR e TG conseguiram detectar a presença do PP nas cápsulas de café. No entanto, pela literatura, essas se tratam de material multicamadas. Algumas bandas que surgiram no espectro FTIR sugerem a presença de poliálcoois, como o EVOH, mas para confirmação deste resultado seria necessária a utilização de outras técnicas para a caracterização completa desse material, a exemplo da microscopia óptica (MO) para identificação da quantidade de camadas; calorimetria exploratória diferencial (DSC) para determinação das temperaturas de fusão e/ou microscopia acoplada ao FTIT (MIC/FTIR) para visualização do espectro de cada camada.

A porcentagem de massa residual resultante da termogravimetria foi de 17,69%, que pode estar correlacionada com partículas da folha de extração de alumínio que ainda possam ter ficado na amostra. Resultado que demonstra ineficiência da remoção

manual e a necessidade de uso de solventes ou ácido apropriado para dissolver e remover esses contaminantes, para que não interfiram no processamento posterior.

Pode-se identificar que se trata de um PP isotático, configuração utilizada na fabricação de filamentos têxteis. Portanto, uma vez que a composição das outras camadas, possivelmente EVOH, não interferiram significativamente nas análises, foi sugerida a utilização das cápsulas de café na fabricação de filamentos têxteis.

No entanto, por se tratar de um material que está em contato com alimentos e por apresentarem impurezas e contaminantes provenientes das outras camadas, sua aplicabilidade é mais adequada nas áreas técnicas e industriais, como na agricultura com os agrotêxteis, conferindo proteção ao cultivo e na construção civil com os geotêxteis, proporcionando resistência à tração, além de outras áreas.

REFERÊNCIAS

ABINT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE NÃO TECIDOS. **Agrotêxtil: Uma nova alternativa de proteção para a agricultura.** 2000. Disponível em: <<http://www.abint.org.br/pdf/agrotexil.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

AFONSO, J. S. **Estudo comparativo das propriedades fundamentais das redes de polipropileno usadas no tratamento da incontinência urinária de esforço.** 2008. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2008.

BECKER, D. et al. Influência da sequência de mistura do PP-MA nas propriedades dos compósitos de PP e fibra de bananeira. **Polímeros**, São Carlos, v. 21, n. 1, p.7-12, 2011.

BOLTON, D. Precision Manufacturing is Essential to Capsule Success. **STIR Tea & Coffee Industry International**, v. 4, n. 1, p. 50–54, abr. 2015.

BOTROS, Maged et al. New Developments of Plexar® Tie-Layer Adhesives in Flexible and Rigid Applications. In: TAPPI EUROPEAN PLACE CONFERENCE, 17., 2015, Nice. **Conference proceedings**. Nice: Tappi, 2015. p. 1 - 29.

BRADBURY, M. **Are Single-Serve Coffee Pods Sustainable? The Answer Might Surprise You....** 2015. Disponível em: <<http://www.buschsystems.com/recycling-bin-news/2015/10/are-single-serve-coffee-pods-sustainable-the-answer-might-surprise-you/>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

BRITO, C. A. R. et al. Poliacrilonitrila: processos de fiação empregados na indústria. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, v. 23, n. 6, p. 764–770, 2013.

BUNTINX, M. et al. Evaluation of the Thickness and Oxygen Transmission Rate before and after Thermoforming Mono- and Multi-layer Sheets into Trays with Variable Depth. **Polymers**, Switzerland, v. 6, n. 12, p.3019-3043, 22 dez. 2014.

BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ. **Relatório Internacional de Tendências do Café.** 4. ed. Lavras: Ufla, 2015.

CHIPARA, M. et al. Fourier transform infrared spectroscopy and wide-angle X-ray scattering: Investigations on polypropylene-vapor-grown carbon nanofiber composites. **Journal Of Applied Polymer Science**, Lincoln, v. 125, n. 1, p.353-360, 19 dez. 2011.

COSTA, C. M. L. **Fluência de geotêxteis.** 1999. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geotecnia,

Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

COTREP. **Influência of EVOH on recycling of PP packaging**. Disponível em: <http://www.cotrep.fr/fileadmin/contribution/mediatheque/avis-generaux/anglais/packaging-and-additives/Cotrep_AG53_EVOH_in_PP.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2017.

COZZOLINO, C. A. et al. An alternative approach to control the oxygen permeation across single-dose coffee capsules. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 4, p. 19–25, 2015.

GELLES, D. **Keurig's New K-Cup Coffee Is Recyclable, but Hardly Green**. 2016. Disponível em: <http://www.nytimes.com/2016/04/17/business/energy-environment/keurigs-new-k-cup-coffee-is-recyclable-but-hardly-green.html?_r=0>. Acesso em: 28 mar. 2017.

GRIES, T et al. Manufacturing of textiles for civil engineering applications. In: TRIANTAFILLOU, Thanasis (Ed.). **Textile Fibre Composites in Civil Engineering**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. p. 3-22.

JIANG, W.; QIAO, X.; SUN, K. Mechanical and thermal properties of thermoplastic acetylated starch/poly(ethylene-co-vinyl alcohol) blends. **Carbohydrate Polymers**, Cambridge, v. 65, n. 2, p.139-143, jul. 2006. Elsevier BV.

HALO. **Halo Sustainability**. 2017. Disponível em: <<https://halo.coffee/pages/sustainability>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

KOTEK, R et al. Production methods for polyolefin fibers. In: UGBOLUE, Samuel C. O. (Ed.). **Polyolefin Fibres: Industrial and Medical Applications**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009. p. 185-261.

MATHER, R. R. Synthetic textile fibres: polyolefin, elastomeric and acrylic fibres. In: SINCLAIR, Rose (Ed.). **Textile and Fashion: Materials, Designing and Technology**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2015. p. 115-137.

MEDEIROS, A. **Estudo do comportamento à fadiga em compressão do concreto com fibras**. 2012. 201 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MOGAHZY, Y. E. El. **Engineering textiles: integrating the design and manufacture of textile products**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2009.

MORIYA, G. A. D. A. **PRAZO DE VALIDADE DE ESTERILIZAÇÃO DE MATERIAIS UTILIZADOS NA ASSISTÊNCIA À SAÚDE: Um estudo experimental**. 2012. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MURAHARI, K.; RAO, R. MOHAN. Effects of Polypropylene fibres on the strength properties Of fly ash based concrete. **International Journal of Engineering Science Invention**, v. 2, n. 5, p. 13–19, maio 2013.

NASCIMENTO, T. S. **Sistema radículas das gramíneas cultivadas em gramaturas de geotêxtil sob irrigação subsuperficial**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2017.

NICODOM. **Nicodom IR Demo Library**. 2017. Disponível em: <<http://www.ir-spectra.com/polymers/>>. Acesso em: 5 nov. 2017.

QBO COFFEE GMBH (United States of America). Louis Deuber; Rüdiger Ternité; Robert Stein. **Portion capsule for preparing a brewed product and a method for producing said portion capsule**. US nº US 20160325862 A1, 24 dez. 2013, 11 dez. 2014. 2016.

PERFORMANCE DAYS. **Recycled? – Challenges & Opportunities**. 2016. Disponível em: <<https://www.performancedays.com/24-7-sourcing/performance-archive/focus-topic/recycled.html>>. Acesso em: 2 abr. 2017.

RESEARCH AND MARKETS. **Polypropylene Fiber Market - Trends And Forecasts (2015-2020)**: Growing Demand For Carpets, Hygiene, Medical Applications & Geotextiles. Disponível em: <<https://www.businesswire.com/news/home/20160128006178/en/Polypropylene-Fiber-Market---Trends-Forecasts-2015-2020>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

WAGNER JUNIOR, J. R; MOUNT III, Eldridge M.; GILES JUNIOR, H.F. **Extrusion**: the definitive processing guide and handbook. 2. ed. Kidlington: Elsevier, 2014.

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

