



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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>29</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM COSMÉTICO A PARTIR DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL	
Ana Paula Olivo	
Kátya Regina de Freitas Zara	
Leonardo da Silva Arrieche	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901045</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>51</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>58</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>63</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>68</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3191901049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>74</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010410</b>	

**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**

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>178</b>
DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CURVA DE POLARIZAÇÃO DE UMA CÉLULA A COMBUSTÍVEL TIPO PEM	
Roque Machado de Senna Thais Santos Henrique Senna Marcelo Linardi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>187</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>194</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>213</b>
CAPTURA DE CO <sub>2</sub> UTILIZANDO O PROCESSO CALCIUM-LOOPING	
Juliana Alves da Silva Ricardo José Chimentão João Batista Oliveira dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>224</b>
DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO QUÍMICO DE CAPTURA DE CO <sub>2</sub> 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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010426</b>	

**CAPÍTULO 27 ..... 232**

Zn-ZIF EM TECIDO APLICADO NO PROCESSO DE CAPTURA DE CH<sub>4</sub>

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 LAFeO<sub>3</sub> 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**

<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>281</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010432</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>287</b>
AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA, UTILIZANDO $\text{TiO}_2$ E ZNO, DO ANTIBIÓTICO METRONIDAZOL (MTZ) A PARTIR DA ESPECTROFOTOMETRIA	
Luiza Barbosa Petersen Mendes	
Luciane Pimentel Costa Monteiro	
Leandro Vahia Pontual	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010433</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>303</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010434</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>315</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010435</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>322</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.31919010436</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>334</b>

## ANÁLISE DA COMPRESSÃO AXIAL E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM CONCRETO PRODUZIDO COM CAROÇO RESIDUAL DE AZEITONA

**Manoela Silva Lima Mariotini Carotta**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – RJ

**Alan Carlos de Almeida**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – RJ

**Ana Paula de Carvalho Faria**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – RJ

**Luiz Felipe Lima Panizzi**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – RJ

**Jonas dos Santos Pacheco**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – RJ

**Cristiane de Souza Siqueira Pereira**

Universidade de Vassouras  
Vassouras – RJ

**RESUMO:** Com a necessidade de reduzir o consumo dos recursos naturais, a demanda pela reutilização de novas matérias primas tem aumentado. Assim, se faz necessário a busca por novas tecnologias como é o caso do concreto feito com incorporação de caroço residual da azeitona. O objetivo do trabalho foi avaliar a incorporação do resíduo proveniente do processo de descaroçamento de azeitonas para a produção de concretos. Para a produção

dos corpos de prova, os materiais utilizados foram caracterizados e posteriormente os traços foram formulados substituindo a areia pelo resíduo em 15%. Os ensaios de compressão foram realizados, considerando o tempo de cura correspondente aos dias de amostragem: 7, 14, 21 e 28. Os resultados da resistência a compressão axial após 28 dias foram de  $16,87 \pm 1,10$  MPa. O teste de absorção foi feito após 28 dias apresentou uma absorção de  $6,60 \pm 1,17$  % de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caroço de azeitona, azeitona, biomassa e concreto.

**ABSTRACT:** With the need to reduce consumption of natural resources, the demand for the reuse of new raw materials has increased. Thus, it is necessary to search for new technologies as is the case of concrete made with the incorporation of residual olive stone. The objective of this study was to evaluate the incorporation of the residues from ginning process to produce concretes. To produce the specimens, the materials used were characterized and subsequently the traces were formulated by replacing the sand with residue in 15%. The compression tests were performed considering the curing time corresponding to the days of sampling: 7, 14, 21 and 28. The results of axial compressive strength after 28 days were  $16.87 \pm 1.10$  MPa. The absorption test

was performed after 28 days and presented an absorption of  $6.60 \pm 1.17$  % of water.

**KEYWORDS:** Olive stone, olive, biomass and concrete.

## 1 | INTRODUÇÃO

As pesquisas na área da construção civil têm buscado alternativas para a utilização de novas matérias primas para o desenvolvimento de seus produtos. Tais produtos têm em sua composição recursos naturais, que são agregados miúdos (areia), agregados graúdos (brita), água, cimento e aditivos, havendo a necessidade de transformá-lo em algo mais sustentável. Dentre estas alternativas, cita-se a utilização de resíduos oriundos dos setores industriais.

As propriedades de alguns resíduos permitem a aplicação destes como novos materiais para a construção civil, em substituição parcial ou total da matéria prima, utilizada no material convencional, podendo ela ser a areia, o cimento ou até mesmo a brita, matérias primordiais para a construção civil (PEREIRA, 2002). Segundo Chimatti (2012), a quantidade de caroço gerado na produção de azeitona de mesa gira em torno de 123.500 Kg/mês, onde 40% dessa quantia são reaproveitadas, enquanto 60% são descartados sem nenhuma utilização. Esse resíduo é composto por células lignificadas que podem variar entre tamanhos grandes ou pequenos. Possuem em média 15% de umidade e potencial calorífico de 4500 Kcal/Kg (CHIMATTI, 2012).

O presente trabalho avalia a utilização do caroço residual de azeitona em substituição parcial da areia, que é uma das matérias prima mais utilizada na produção de concreto, além de avaliar o aumento da porcentagem de resíduo incorporado ao produto. Estudos preliminares foram desenvolvidos pelo mesmo grupo de pesquisa e publicados por Silva et al, 2018.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção do concreto foi utilizado o caroço residual cedido pela Indústria Antares Brasil, localizada na cidade de Três Rios/RJ. O resíduo e a areia foram peneirados de acordo com a NBR 7225/93. O ensaio granulométrico foi realizado para padronizar o resíduo e areia (denominada areia média) e que os mesmos apresentassem a mesma granulometria compreendida entre 2,00 mm e 1,18 mm.

O cimento utilizado foi o Cimento Portland de alto-forno (CP III-40 Rs) formado por 35% a 70% de escória (resíduo proveniente dos altos fornos de indústrias siderúrgicas), o que garante baixo calor de hidratação, maior impermeabilidade e durabilidade.

O tamanho da brita foi definido de acordo com a NBR 7225/93. Após ensaio granulométrico a brita utilizada apresentou tamanho (entre 19 mm e 9,5 mm) classificada como brita de número 1. Os traços para produção do concreto foram realizados utilizando as medidas em volume. Para o traço padrão (sem adição de resíduo) foi

utilizada a proporção de 2:1:1:0,5 para brita:areia:cimento:água, respectivamente. O traço produzido com a adição de 15% em substituição a areia, foi realizado na mesma proporção de 2:1:1:0,5 para brita:areia:cimento:água, respectivamente. A mistura destas matérias primas foi realizada em uma betoneira (capacidade de 120 L).

Realizou-se o ensaio de consistência do concreto através do teste de adensamento (Slump Test) de acordo com a norma NBR NM 67. Após o teste de adensamento, os corpos de prova com dimensões (20 cm x 10 cm) foram preenchidos considerando os parâmetros estabelecidos pela norma NBR 5738/15. Após o tempo mínimo de cura (7 dias), realizou-se o ensaio de compressão axial utilizando uma prensa hidráulica com capacidade de 80 MPa. O ensaio consiste em aplicar uma força axial até o seu ponto de ruptura, avaliando a tensão máxima suportada pelo corpo de prova (NBR 5739/07). Os ensaios foram realizados em triplicata e analisados com 14, 21 e 28 dias de amostragem.

Os corpos de prova também foram analisados com relação ao ensaio de absorção de água, que consiste em determinar a quantidade de água absorvida pelo concreto após 28 dias de cura. Os três corpos de prova foram secos em estufa (105 °C) por um período de 72 horas. Após resfriamento a temperatura ambiente, pesou-se os corpos de prova e em seguida os mesmos foram submersos em água corrente durante 72 horas à 23 °C. Após este período os corpos foram pesados e levados a compressão.

### 3 | RESULTADOS E DISCURSÕES

De acordo com o resultado obtido no ensaio de abatimento, o concreto está dentro do limite estabelecido por Ripper (1995), pois a diferença encontrada entre a altura da forma tronco-cônica e a massa de concreto foi desprezível. Assim, ao analisar a norma NBR NM 67, os resultados encontrados representam uma boa consistência.

No teste de compressão axial, a resistência é obtida através da relação entre a força aplicada e a área da seção transversal do corpo de prova. Nos períodos de cura de 7, 14, 21 e 28 dias, os corpos de prova sem adição de resíduo e os corpos de prova incorporados com 15% do resíduo, foram submetidos ao ensaio de compressão até seu rompimento axial, apresentando os valores descritos na Tabela 1.

Tempo de cura (dias)	Resistencia (MPa)
7	12,30 ± 0,7
14	15,17 ± 0,31
21	15,27 ± 1,85
28	16,87 ± 1,10

Tabela 1 – Resistência mecânica do concreto após ensaio de compressão

Fonte: CAROTTA (2018)

Após 28 dias de cura, verificou-se que os corpos de prova sem adição do resíduo atingiram uma resistência axial média de  $12,2 \pm 1,95$  MPa (Silva, 2018). Já o concreto com adição de 15% do caroço de azeitona apresentou resistência de  $16,87 \pm 1,10$  MPa. Esse valor foi comparado com os valores encontrados por Silva (2018), apresentando um acréscimo 2,87% em relação ao valor da carga suportada pelo concreto com 10% de resíduo.

O valor máximo atingido nesse ensaio foi de 16,87 MPa. Ele representa 48,20% do valor de cargas de veículos leves onde a resistência característica do concreto à compressão ( $f_{ck}$ ) é de 35 MPa (NBR 9781/2013). Esse dado supera em 12,47% o valor aplicado a artefatos para intertravamento de passeio de pessoas. Assim, foi observado que adição de 15% desse resíduo é satisfatória quando comparado com os dados dos concretos com 0% e 10% de resíduo. Entretanto, de acordo com Lima (2012), os valores não atingiram a provável resistência de 40 MPa aos 28 dias para o traço utilizado. Então, constatou-se que os corpos de prova não apresentaram um resultado suficientemente bom em relação a essa questão.

Observou-se após 28 dias de cura que o concreto produzido apresentou  $6,60 \pm 1,17\%$  de absorção de água. Foi feita uma comparação com a análise desenvolvida por Tenório (2007) que incorporou resíduo de demolição em concreto. Ele obteve uma absorção de 15,77%, logo a análise desenvolvida no concreto a partir do caroço da azeitona foi satisfatória, uma vez que houve uma menor absorção de água. Após imersão, este mesmo concreto foi submetido a um novo ensaio de compressão para avaliar se a absorção de água interfere na resistência do mesmo. Após compressão observou-se uma diminuição de 31,24% na resistência em comparação ao ensaio realizado aos 28 dias de cura. O concreto produzido após imersão apresentou odor não agradável. Entretanto, mesmo após o teste de absorção, o concreto ficou dentro dos parâmetros de  $f_{ck}$  para artefatos para intertravamento de passeio de pessoas.

## 4 | CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a incorporação de 15% do resíduo em substituição a areia foi satisfatória. A proposta do reaproveitamento do resíduo da empresa além de minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte do resíduo minimiza também a quantidade de areia utilizada.

## REFERÊNCIAS

Arezki, S.; Chelouah, N.; Tahakourt, A. **The effect of the addition of ground olive stones on the physical and mechanical properties of clay bricks**. *Materiales de Construcción*, v. 66, n. 322, p. 082, 2016.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 5735 – Cimento Portland de alto-forno**. Rio de Janeiro, RJ, 1991.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 5738 Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 5739 Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 7225 Concreto – Materiais de pedra e agregados naturais**. Rio de Janeiro, RJ, 1993.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 9778 Argamassa e concreto endurecidos – Determinação de absorção de água por imersão – Índice de vazio e massa específica**. Rio de Janeiro, RJ, 1987.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 9781 Peças de concreto para pavimentação especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR NM 67 Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco cone**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

Chimatti, W. **Fabricação de subprodutos gerados a partir do resíduo do processo de descaroçamento e seleção de azeitonas brutas**. Trabalho de Conclusão do Curso de Química Industrial. Universidade Severino Sombra, Vassouras-RJ, 2012.

Lima, C. I. P. – **Tabelas para concreto e argamassas** – 2012 –[http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/TABELAS\\_CONCRETOS\\_E\\_ARGAMASSAS.pdf](http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/TABELAS_CONCRETOS_E_ARGAMASSAS.pdf) – Acesso em: 14/04/2018 às 22 horas.

Pereira, R. L., **Resíduos Sólidos Industriais: Uma Fonte Alternativa na Elaboração de materiais Cerâmicos de Baixa Densidade**, Dissertação de M.Sc., Joinville, SC, 2002

Ripper, E. **Manual prático de matérias de construção: recebimento, transporte interno, estocagem, manuseio e aplicação**. Pini, 1995.

Silva, J. A.; Carotta, M. S. L. M.; Batalha A.; Chimatti W. R.; Pereira C. S.S. – **“Avaliação da produção de concreto utilizando o resíduo do processamento industrial da azeitona”** – Congresso Luso-Brasileiro Materiais de Construção Sustentáveis, Coimbra/Portugal, 2018.

Tenório J. J. L. **Avaliação de propriedades do concreto produzido com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição visando aplicações estruturais**. Trabalho de conclusão de pós-graduação. Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, 2007.

## **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

