



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 CO ₂ 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 CO ₂ 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

INIBIDOR DE CORROSÃO OBTIDO POR LIXIVIAÇÃO DE CIGARRO APÓS SEU CONSUMO

Lauren Marcilene Maciel Machado

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento em Engenharia Química
Santa Maria - RS

Luciana Rodrigues Machado

Universidade Federal do Pampa
Bagé - RS

RESUMO: O cigarro apresenta diferentes componentes químicos em sua composição. Após seu consumo, gera um resíduo sólido que sem o correto descarte, torna-se um poluente ao meio ambiente. A corrosão é um processo espontâneo de degradação de materiais, geralmente metálicos, ocasionando riscos de rupturas de estruturas, explosões ou contaminações. Como alternativa viável para o combate à corrosão surgem os inibidores naturais. O objetivo deste trabalho foi buscar um destino adequado aos resíduos de cigarros, após seu consumo, como inibidores de corrosão em aço carbono e Fe. A metodologia compreendeu a lixiviação aquo-solúvel dos filtros, medidas de pH das lixívias, exposição direta dos metais aos extratos, análise morfológica por microscopia óptica e experimentos eletroquímicos por potenciometria. Os resultados obtidos apresentaram o caráter inibidor dos extratos obtidos sobre o aço. Os componentes extraídos a partir da lixiviação de filtros amarelo, os quais

ocorrem em cigarros com maiores teores de nicotina, representaram maior nível de proteção contra a corrosão, comparando-se com a lixívia de filtros branco. Isto evidencia a relevância deste estudo, tanto na questão ambiental, quanto na proteção de metais.

PALAVRAS-CHAVES: Cigarro. Inibidor natural. Corrosão.

ABSTRAT: The cigarette has different chemical components in its composition. After its consumption, it generates a solid residue that without the correct discard, it becomes a pollutant to the environment. Corrosion is a spontaneous process of degradation of materials, usually metallic, causing risks of rupture of structures, explosions or contaminations. As a viable alternative to the fight against corrosion arise the natural inhibitors. The objective of this work was to find a suitable destination for cigarette waste, after its consumption, as corrosion inhibitors in carbon steel and Fe. The methodology included the leach-soluble leaching of the filters, pH measurements of bleach, direct exposure of the metals to the extracts, morphological analysis by optical microscopy and electrochemical experiments by potentiometry. The results showed the inhibitory character of the extracts obtained on the steel. The components extracted from yellow filter leaching, which occur in cigarettes with higher nicotine contents,

represented a higher level of protection against corrosion, compared to white filter liquor. This highlights the relevance of this study, both in the environmental issue and in the protection of metals.

KEYWORDS: Cigarette. Natural Inhibitor. Corrosion.

1 | INTRODUÇÃO

O tabaco é originário das Américas, sendo conhecido há cerca de oito mil anos por praticamente todas as culturas que habitavam o continente antes dos grandes descobrimentos luso-espanhóis. Cerca de 12,3 bilhões de pontas de cigarros, geradas após o seu consumo, chamadas de “bitucas”, são descartadas diariamente, sendo o seu tempo de decomposição de até cinco anos (PENNA, 2012). O descarte inadequado de resíduos de cigarros compõe uma série de problemas ambientais. Trilhões de cigarros são produzidos a cada ano em todo o mundo, resultando em milhões de toneladas de resíduos tóxicos sendo despejados no ambiente, sem o correto tratamento (MOHAJERANI et al., 2016). A preocupação com o meio ambiente tem contribuído para o desenvolvimento de estratégias para o reaproveitamento de resíduos. Algumas formas de reciclagem do resíduo sólido gerado pelo consumo do cigarro são adotadas em países desenvolvidos. Não existe no Brasil legislação específica para gerenciamento de “bitucas” de cigarro. No entanto, empresas e instituições vem tomando iniciativa no sentido de monitoramento desse resíduo a partir da coleta seletiva. A existência de coletores seletivos para “bitucas”, com posterior processamento e aproveitamento do resíduo de cigarro é uma alternativa viável de gerenciamento (RIOS e OLIVEIRA, 2018).

Pesquisas desenvolvidas para o reaproveitamento de resíduo sólido gerado pelo consumo de cigarro utilizam-no em processos de hidrossemeadura (TONON et al., 2012). Chen et al. (2014) reportam que o carvão extraído dos resíduos de cigarros, resultado da combustão incompleta do tabaco, foi combinado à alumina para a preparação do compósito Al_2O_3/CSC (*cigarette carbon soot*), capaz de remover, via adsorção, sais de arsênio oriundos de águas contaminadas. Resíduos de cigarros foram submetidos ao processo de síntese de *hidrochars* para aplicação em processo de adsorção do corante azul de metileno de corpos hídricos (LIMA et al., 2018). Joly e Coulis (2018) frente aos elevados níveis de descartes de resíduos de cigarros gerados avaliaram a rapidez com que os filtros de celulose se decompõem em comparação aos seus equivalentes plásticos, para o conhecimento sobre o seu tempo de degradação no meio ambiente. Em outro estudo, as substâncias extraídas dos filtros de resíduos de cigarros foram utilizadas como inibidores de corrosão sobre o aço J55, em meio ácido, a 105°C e 30°C, com eficiências de 61 e 99%, respectivamente (VAHIDHABANU et al., 2014).

A corrosão é um processo resultante da ação química ou eletroquímica do meio sobre um material, podendo ainda estar aliada ou não a esforços mecânicos. O

efeito da corrosão influencia a durabilidade e o desempenho dos materiais, podendo ocasionar graves acidentes e gastos diretos ou indiretos (GENTIL, 2011). Os inibidores de corrosão podem ser substâncias puras (inorgânicas ou orgânicas) ou misturas. Tais substâncias promovem uma acentuada diminuição nos processos corrosivos (BRETT e BRETT, 1996). Os inibidores naturais de corrosão são obtidos a partir de extratos de plantas, de material biodegradável, de resíduos industriais ou domésticos, e acarretam a redução da intensidade de dissolução dos metais, diminuindo a sua taxa de corrosão (ROCHA e GOMES, 2017).

O presente trabalho tem por objetivo investigar as substâncias aquo-solúveis presentes nos filtros branco e amarelo de cigarros, após seu consumo, como inibidor de corrosão do aço API 5L Grau B e Ferro Armco (comercialmente puro).

2 | MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As amostras metálicas utilizadas foram aço API 5L Grau B e Fe comercial puro (Fe Armco). Os resíduos sólidos de cigarros após o consumo, filtros brancos e amarelos, são apresentados na Figura 1.



Figura 1. Resíduos de cigarros, (a) filtros brancos e (b) filtros amarelos

Os equipamentos utilizados foram medidor digital de pH, microscópio estereoscópico, multímetro, balança analítica, potenciostato *Autolab*. Nos testes eletroquímicos empregou-se célula eletroquímica a três eletrodos, com eletrodo de referência saturado de calomelano ($\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2$), como contra eletrodo um fio de platina, e aço ou Fe como eletrodos de trabalho.

2.2 Procedimento experimental

A metodologia desenvolvida associa a coleta e preparo dos resíduos de cigarros, sendo manualmente removido o papel de rolamento dos filtros. As Figuras 2, 3 e 4 apresentam os procedimentos de lixiviação dos compostos aquo-solúveis, preparo das amostras metálicas e exposição das amostras nas soluções, respectivamente.

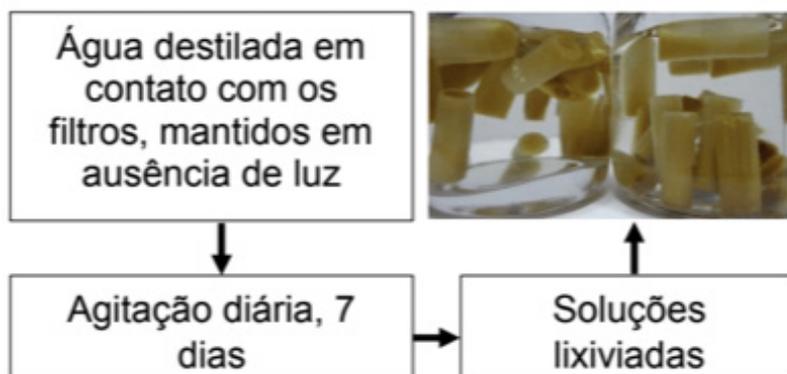


Figura 2. Processo de lixiviação dos compostos aquo-solúveis dos filtros de cigarros

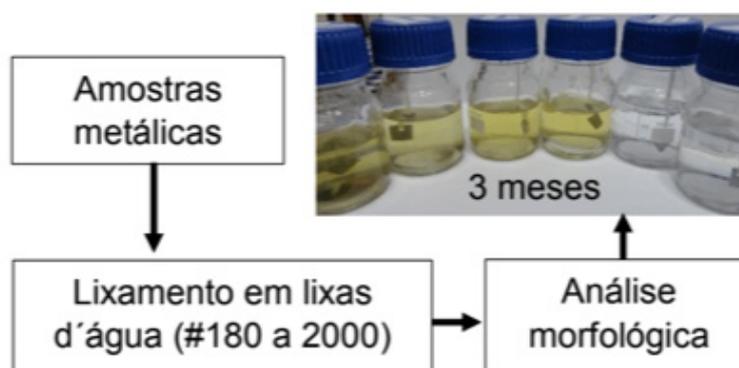
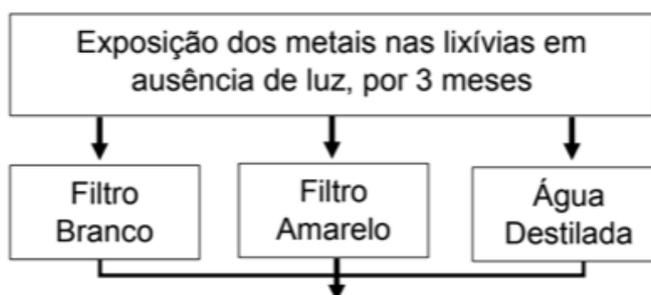


Figura 3. Preparo das amostras metálicas



Monitoramento dos parâmetros:

- pH das soluções;
- Peso das amostras metálicas;
- Morfologia da superfície dos metais.

Figura 4: Exposição das amostras

Foram realizados testes eletroquímicos para determinação de potencial e taxa de corrosão, e para o conhecimento do comportamento dos metais nas respectivas lixívia, por potenciometria. O método de voltametria cíclica foi aplicado a uma velocidade de varredura de $10 \text{ mV}\cdot\text{s}^{-1}$, no intervalo de potenciais +172 a +342 mV. Os resultados foram expressos em relação ao eletrodo normal de hidrogênio (ENH) e obtidos na presença de oxigênio.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A morfologia das amostras metálicas foi observada por microscopia antes e após sua exposição nas lixívia. Na Figura 5 são apresentadas as amostras de aço e Fe preparadas por lixamento, antes da exposição às lixívia. Observam-se apenas as marcas relativas ao lixamento das amostras, com a ausência de defeitos ou ataques prévios aos metais.

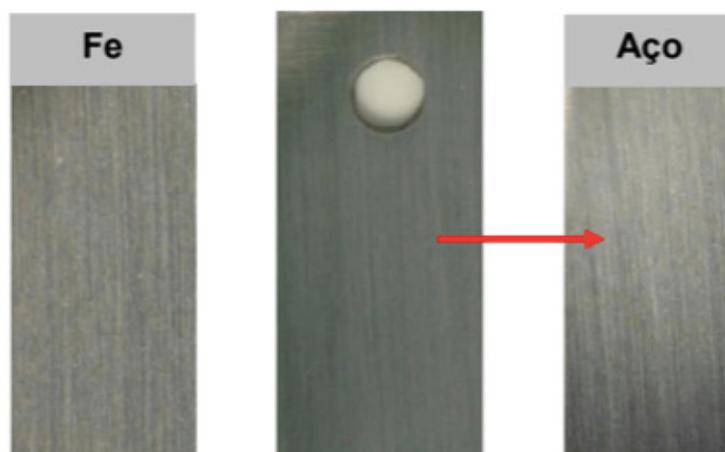


Figura 5. Morfologia das amostras metálicas anterior à exposição

A morfologia dos resíduos sólidos dos filtros de cigarro após o seu consumo pode ser visualizada na Figura 6.

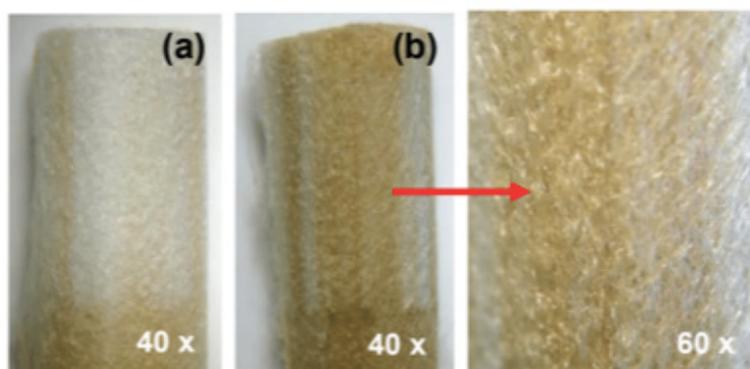


Figura 6. Morfologia dos filtros de cigarros, (a) filtro branco e (b) filtro amarelo

A caracterização dos extratos obtidos foi dada pelos valores de pH, apresentados na Tabela 1, bem como, os valores para a água destilada, para comparação.

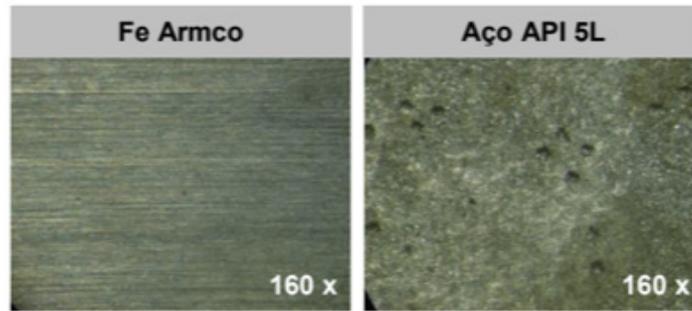
Solução	pH inicial	pH 3 meses Fe	pH 3 meses Aço
Lixívia do filtro branco	5,0	7,2	8,8
Lixívia do filtro amarelo	5,2	4,0	4,8
Água destilada	7,2	6,8	4,0

Tabela 1. Características do pH inicial e final dos extratos.

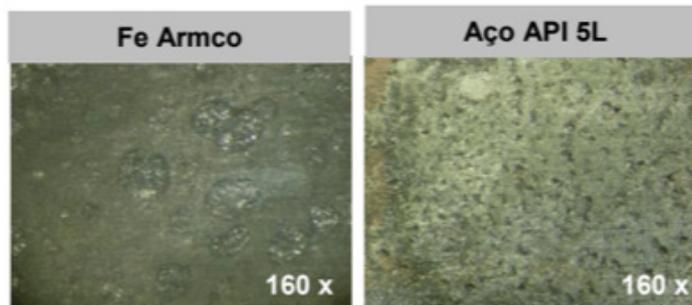
Observou-se que em presença do Fe os valores de pH alteraram-se menos em comparação aos extratos contendo o aço. Em geral ocorreu uma acidificação do valor de pH da água destilada, praticamente a manutenção dos valores de pH na lixívia do filtro amarelo e o aumento de pH na solução extraída do filtro branco. A diminuição do valor de pH provavelmente tenha ocorrido pela grande quantidade de produtos de corrosão liberados na amostra de água, possivelmente óxidos de ferro, provenientes do ataque, no caso do aço. Os valores de pH quase inalterados, nos extratos do filtro amarelo, talvez sejam um indicativo do seu caráter inibidor da corrosão metálica. E a alcalinidade dos extratos de filtros brancos provavelmente ocorreu devido à natureza dos compostos formados na superfície do metal.

A Figura 7 apresenta a morfologia dos metais, observada por microscopia, após os 3 meses de exposição, e isentas dos produtos de corrosão acumulados: Em água, o Fe não sofreu ataque corrosivo, mas o aço apresentou ataque localizado, sob a forma de pites, na sua superfície. Destaca-se que os ataques localizados são a forma mais severa de corrosão metálica, podendo ocasionar a perfuração do material em pouco tempo (GENTIL, 2011). Em extrato do filtro branco de cigarro, o Fe apresentou um leve ataque superficial, com a forma alveolar, enquanto o aço foi atacado de maneira uniforme na sua superfície. Em extrato do filtro amarelo de cigarro, observou-se um ataque superficial no Fe, com a forma transgranular, ao passo que o aço apresentou a sua forma de ataque mais superficial e leve, dentre as observadas para todos os meios de exposição.

- Água destilada



- Extrato (Filtro branco)



- Extrato (Filtro amarelo)

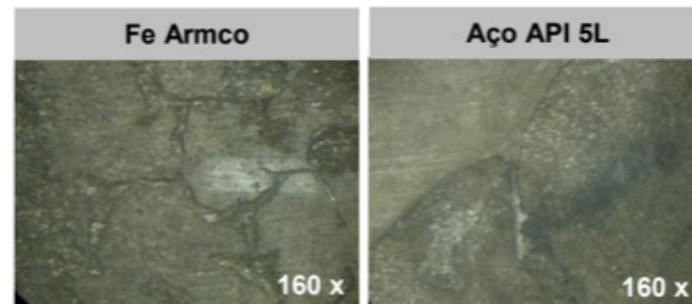


Figura 7. Morfologia do ataque ao metal após remoção dos produtos de corrosão

Os valores de taxa de corrosão em (mm/ano) são apresentados na Tabela 2. Os resultados apontaram que para o Fe os extratos não inibiram o processo corrosivo, tendo sido verificada a menor taxa de corrosão em água. No entanto, para o aço, o extrato de filtro amarelo foi o meio com maior caráter inibidor da corrosão, comparativamente.

Solução	Fe	Aço
Lixívia do filtro branco	$9,55 \times 10^{-4}$	$1,17 \times 10^{-4}$
Lixívia do filtro amarelo	$3,48 \times 10^{-4}$	$2,16 \times 10^{-5}$
Água destilada	$3,68 \times 10^{-6}$	$1,42 \times 10^{-3}$

Tabela 2. Taxas de corrosão.

Os resultados obtidos nos testes eletroquímicos indicam o potencial de corrosão medido na interface metal-meio, para cada uma das amostras metálicas nos respectivos meios expostos, apresentados na Tabela 3. Comprovando o maior caráter inibidor para a lixívia do filtro amarelo sobre o aço, comparativamente à lixívia de filtro branco e água destilada. Para o Fe, ambas as lixívias, não representaram a inibição do ataque corrosivo.

Solução	Ec Fe	Ec Aço
Lixívia do filtro branco	110	200
Lixívia do filtro amarelo	142	155
Água destilada	70	220

Tabela 3. Potenciais de corrosão (mV) em relação ao ENH.

Na Figura 8 apresentam-se as voltametrias cíclicas medidas, onde é possível observar que para o Aço a água destilada foi o meio mais agressivo. Quando comparado com os extratos dos filtros, sendo o filtro amarelo o que representou o maior caráter inibidor, com as menores densidades de correntes medidas em um mesmo intervalo de varredura de potencial. Para o Fe observaram-se as menores densidades de correntes para a varredura de potencial realizada, devido a possuir maior resistência a corrosão. Neste caso, foi verificado um comportamento contrário ao aço, ou seja, a água pura foi o meio menos corrosivo dentre os analisados, e os extratos não apresentaram caráter inibidor da corrosão.

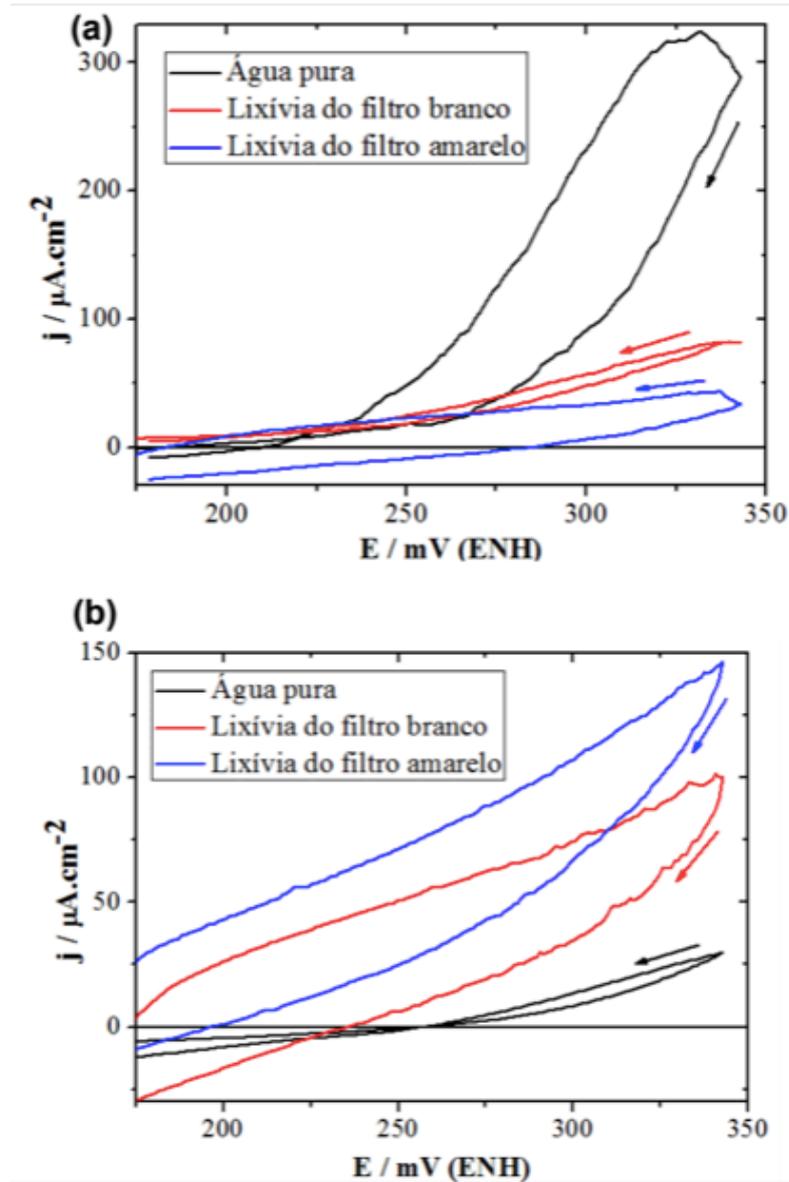


Figura 8. Voltametrias (a) aço e (b) Fe

4 | CONCLUSÃO

Constatou-se a capacidade de inibição da corrosão dos extratos aquo-solúveis, apresentando diferente comportamento frente ao tipo de metal analisado. Na exposição do aço os extratos foram inibidores da corrosão, em relação à água pura. E para o Fe, os extratos promoveram a corrosão, comparando à exposição em água pura, mesmo que o ataque tenha sido considerado leve e superficial. O extrato de filtro amarelo apresentou o maior nível de proteção ao aço, comparando-se com o extrato de filtro branco, o que provavelmente está relacionado aos seus maiores teores de substâncias químicas presentes, conforme o fabricante. Este caráter inibidor da corrosão foi confirmado pelos valores de taxa de corrosão, potencial e densidade de corrente observados nos testes eletroquímicos para o aço. Este trabalho comprova a relevância deste estudo, tanto na questão da preservação ambiental, quanto na proteção de materiais, tendo-se alcançado a inibição do ataque corrosivo ao aço,

empregando-se um resíduo comum na sociedade.

REFERÊNCIAS

- BRETT, A. M. O.; BRETT, C. M. A., **Eletroquímica: Princípios, métodos e aplicações**. Coimbra, Portugal: *Oxford University Press*, 1996.
- CHEN, H.; LI, J.; WU, X.; WANG, X. **Synthesis of alumina-modified cigarette soot carbon as an adsorbent for efficient arsenate removal**. *Ind. Eng. Chem. Res.*, v. 53, n.41, p.1605-16060, set. 2014.
- GENTIL, V. **Corrosão**. 6ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- JOLY, F. X.; COILUS, M. **Comparison of cellulose vs. plastic cigarette filter decomposition under distinct disposal environments**. *Waste Management*, v. 72, p. 349-353, feb. 2018.
- LIMA, H. H.C.; Maniezzo, R. S.; Kupfer, V. L.; Guilherme, M. R.; Moises, M. P.; Arroyo, P. A.; Rinaldi, W. R. **Hydrochars based on cigarette butts as a recycled material for the adsorption of pollutants**. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 6, p. 7054-7061, dec. 2018.
- MOHAJERANI, A.; KADIR, A. A.; LAROBINA, L. **A practical proposal for solving the world's cigarette butt problem: Recycling in fired clay bricks**. *Waste Management*, v. 52, p. 228-244, jun. 2016.
- PENNA, C. **Bituca de cigarro: uma grande vilã ambiental**, 2012.
- RIOS, D. A. M.; OLIVEIRA, F. D. S. **Resíduo de Cigarro: Uma Proposta de Manejo Ambiental**. In: 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado-RS. p.1-5. 2018
- ROCHA, J. C.; GOMES, J. A. C. P. **Inibidores de corrosão naturais - Proposta de obtenção de produtos ecológicos de baixo custo a partir de resíduos industriais**. *Matéria (Rio J.)* [online] v. 22, p.1517-7076, 2017.
- TONON, F. A. L.; VALENTE, J. G. P.; CAROLO, L. C.; BERALDO, P. N. **A utilização de bitucas de cigarro reciclados em projetos de hidrossemeadura**. *Revista Ciências do Ambiente (online)*, UNICAMP, 2012.
- VAHIDHABANUL, S.; RAMESHBALU, B.; BADU, P. S.; RAHMAN, H. A., **Study of cigarette butts extract as corrosiveinhibitiing agent in J55 steel material**. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, v.3, n.1, p. 444-452, jan. 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

