



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 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

INFLUÊNCIA DA GORDURA RESIDUAL DE UNIDADES INDUSTRIAIS DE AVES NA FABRICAÇÃO DE BASE PARA CREME HIDRATANTE

Jacqueline Hahn Bernardi

Universidade Federal da Integração Latino-Americana

Foz do Iguaçu - Paraná

Cristina Helena Bruno

Universidade Federal de São Carlos

São Carlos - São Paulo

Andreia Cristina Furtado

Universidade Federal da Integração Latino-Americana

Foz do Iguaçu - Paraná

Leonardo da Silva Arrieche

Universidade Federal da Integração Latino-Americana

Foz do Iguaçu - Paraná

RESUMO: Os resíduos provenientes das unidades industriais de aves são pouco explorados no Brasil. Em sua maioria são descartados para a planta de tratamento de efluentes ou são utilizados para fabricação de produtos com menor valor agregado, tais como ração animal. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo a aplicação da gordura residual de unidades industriais de aves, no desenvolvimento de emulsões água em óleo (A/O) para uso cosmético. Para otimizar a formulação foi delineado um planejamento experimental fatorial, selecionando como variáveis resposta o pH, a distribuição do

diâmetro das gotículas e teste de estabilidade por centrifugação. Verificou-se que a gordura residual tem influência positiva na qualidade e estabilidade das emulsões, pois elevou o pH e diminuiu o diâmetro de gotícula.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos; agroindústria; emulsões; cosméticos.

ABSTRACT: Waste from industrial broiler units is not as much as explored in Brazil. Most of it is discarded for effluent treatment or is used to manufacture products with lower added value, such as animal feed. Due to this situation, the research developed aims to apply the residual fat of industrial broiler units in formulation of water in oil emulsions. The development of emulsions was chosen in order to later apply these fat in body lotion. To optimize the formulation, a factorial experimental design was developed, choosing pH, droplet diameter distribution and centrifugation analysis as answers. It was verified that the residual fat has a positive influence on the quality and stability of the emulsions, as it raised the pH and decreased the droplet diameter.

KEYWORDS: Waste; agroindustry; emulsions; cosmetics.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, tem-se abundância de resíduos de unidades industriais de aves, visto que, de acordo com dados do IBGE (2016), o país produz 5,86 bilhões de frangos por ano, dominando o mercado internacional como o maior exportador de aves. Tendo em vista esse mercado, existe grande potencial de aplicação dos resíduos descartados nas plantas industriais. Isso é desejável tanto no aspecto econômico quanto no ambiental.

Nesse contexto, a gordura residual e o soro separado do sangue das aves são resíduos que se destacam (TOLDRÁ et al, 2012). O soro é um emulsionante (SORAPUKDEE; NARUNATSOPANON, 2017), e a gordura possui antioxidantes naturais, que contribuem para a estabilidade de emulsões (FRANKEL, 1993). Além disso, a gordura, atualmente destinada à produção de biodiesel (KIRUBAKARAN; SELVAN, 2018), pode ser utilizada, associada ao soro, na formulação de produtos de maior valor agregado, tais como emulsões (WEI et al, 2017) que poderão ser aplicadas como matéria prima para produção de cosméticos, flavorizantes, fármacos, entre outros.

Neste trabalho foi escolhido como objeto o desenvolvimento de emulsões A/O, visando posterior aplicação em creme hidratante corporal. As emulsões são sistemas dispersos de dois líquidos imiscíveis e um emulsionante/surfactante, que atua como uma ponte entre os dois líquidos, formando um sistema uniforme (TADROS, 2016). As emulsões podem ser classificadas com base no emulsificante ou na estrutura do sistema, conforme mostrado na Tabela 1.

Natureza do emulsificante	Estrutura do Sistema
Moléculas e íons	Água em Óleo (A/O) ou Óleo em Água (O/A)
Surfactantes não iônicos	Nanoemulsões
Surfactantes iônicos	Microemulsões
Polímeros não iônicos	Macroemulsões
Poli-eletrólitos	Bicamada de gotículas
Mistura de polímeros e surfactantes	Dupla/múltipla emulsões
Fase cristalina líquida	Emulsão mista
Particulados sólidos	

Quadro 1 - Tipos de emulsões segundo o surfactante e a estrutura do sistema.

Fonte: TADROS, 2016.

Para cada aplicação, escolhe-se um tipo de emulsão e surfactante mais adequados, levando em consideração principalmente a estabilidade e aspectos econômicos. As emulsões do tipo A/O e O/A são as mais amplamente aplicadas devido ao seu baixo custo, entretanto sua estabilidade é apenas cinética e, devido a isso, podem ser facilmente decompostas por fatores como e fotoxidação (MINAMINO; KANDA, 2017).

Os principais fenômenos de decomposição de emulsões são a floculação

(formação de flocos de uma das fases), coalescência (quebra do filme líquido entre as gotículas formando gotículas de diâmetro maiores) e inversão de fases (TADROS, 2016).

Além disso, as emulsões para aplicação na pele de mamíferos devem ser de fácil absorção cutânea, e para tanto, recomenda-se a utilização de gorduras semelhantes às que o próprio organismo produz, sendo indicado gorduras de origem animal pela semelhança (TUR, 2010). Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi a utilização da gordura residual de aves na obtenção de emulsões A/O estáveis, bem como avaliar a influência da gordura residual de aves na estabilidade final das emulsões. Foram analisadas as funções tecnológicas de cada componente da formulação, por meio de um planejamento experimental. Buscou-se a otimização dessa formulação, para posterior aplicação do soro como emulsionante na fase aquosa.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para o preparo das emulsões foram Ácido Oleico (Labsynth®), gordura residual de aves, *Polioxietileno 20 monoestearato de sorbitano* (Tween 60®) e água deionizada. Nessa fase do trabalho, não foi incluído ainda o soro das aves, destinado a etapa posterior.

Os experimentos foram sistematizados pelo planejamento experimental fatorial, com 4 pontos centrais e axiais, baseado no trabalho de Teófilo e Ferreira (2006). As variáveis escolhidas foram: a proporção de massa de ácido oleico em relação à gordura residual (0 – 80%), quantidade em massa da fase oleosa (33 – 40%) e quantidade em massa de emulsificante (6 a 10 %), totalizando 18 experimentos, conforme a tabela 1.

Amostra	Ácido oleico na fase oleosa (%)	Fase Oleosa (%)	Emulsificante (%)	Água (%)
1	20,27	33	6	61
2	79,73	33	6	61
3	20,27	38	6	56
4	79,73	38	6	56
5	20,27	33	9	58
6	79,73	33	9	58
7	20,27	38	9	53
8	79,73	38	9	53
9	0	35,5	7,5	57
10	100	35,5	7,5	57
11	50	31,28	7,5	61,22
12	50	39,72	7,5	52,78
13	50	35,5	4,968	59,532
14	50	35,5	10,032	54,468
15	50	35,5	7,5	57
16	50	35,5	7,5	57
17	50	35,5	7,5	57

Tabela 1 - Planejamento experimental fatorial para otimização da formulação da emulsão.

As emulsões foram preparadas utilizando a técnica de inversão de fases, que consiste no aquecimento das fases aquosa e oleosa a 70°C e a adição da fase aquosa na fase oleosa, com agitação constante. No preparo, foi utilizada agitação manual, com o auxílio de um bastão de vidro. Foram preparadas 30g de emulsão.

Para a determinação do pH, foi utilizado o método proposto por Borghetti & Knorst (2006), utilizando uma solução 10% (m/v), obtida pela diluição de 2g da emulsão em 20 mL de água destilada. As soluções homogeneizadas foram submetidas à leitura em um medidor de pH (BeI® - modelo W3B), previamente calibrado com soluções de pH 7,0 e 4,0. Os resultados foram replicados.

A análise de centrifugação foi realizada conforme recomendação da ANVISA (BRASIL, 2004). Foi utilizada a centrífuga (Eduotec® - modelo EEQ-9004/B) onde as amostras foram submetidas a uma velocidade de 3000 rpm por 30 minutos e temperatura de 28 °C. A análise foi realizada 4 dias após a obtenção das formulações.

A determinação da distribuição de tamanho de gotícula foi feita utilizando microscópio ótico (Zeiss® - modelo Primo Star), com câmera acoplada (Zeiss® - modelo AxioCam ERc5s). A amostra foi dispersada em uma placa de vidro e coberta por uma lamínula, também de vidro. As imagens obtidas foram tratadas utilizando o software *ImageJ*®.

3 | RESULTADOS

Dentre as dezoito formulações preparadas, as seis com maiores teores de gordura residual não formaram emulsão. As demais emulsões obtidas foram submetidas às análises anteriormente descritas. O pH das emulsões foi aferido 30 dias após o preparo, pois durante esse período pode ocorrer a formação ácidos graxos livres. Os valores medidos apresentaram uma média de $(3,85 \pm 6,39 \%)$. A faixa de pH das amostras não é indicada para o uso na pele, pois causa desestruturação da queratina. Contudo, o pH é um parâmetro facilmente alterado, como observado nas amostras com maior adição da gordura residual, onde houve um aumento do pH.

Os ensaios de centrifugação, figura 1, mostraram que a estabilidade das emulsões foi baixa, havendo a necessidade de incorporar um tensoativo mais adequado, a fim de evitar a separação de fase. Entretanto, as amostras com maior quantidade de emulsificante evidenciaram menor separação, indicando que a quantidade utilizada nas demais formulações não foi suficiente. Acredita-se que para otimizar a estabilidade é necessária a utilização de outros emulsificantes, tais como o soro desidratado, que será o próximo estágio da pesquisa. Outra opção é o desenvolvimento de microemulsões, que são mais estáveis devido à presença de um co-tensoativo e um tensoativo.

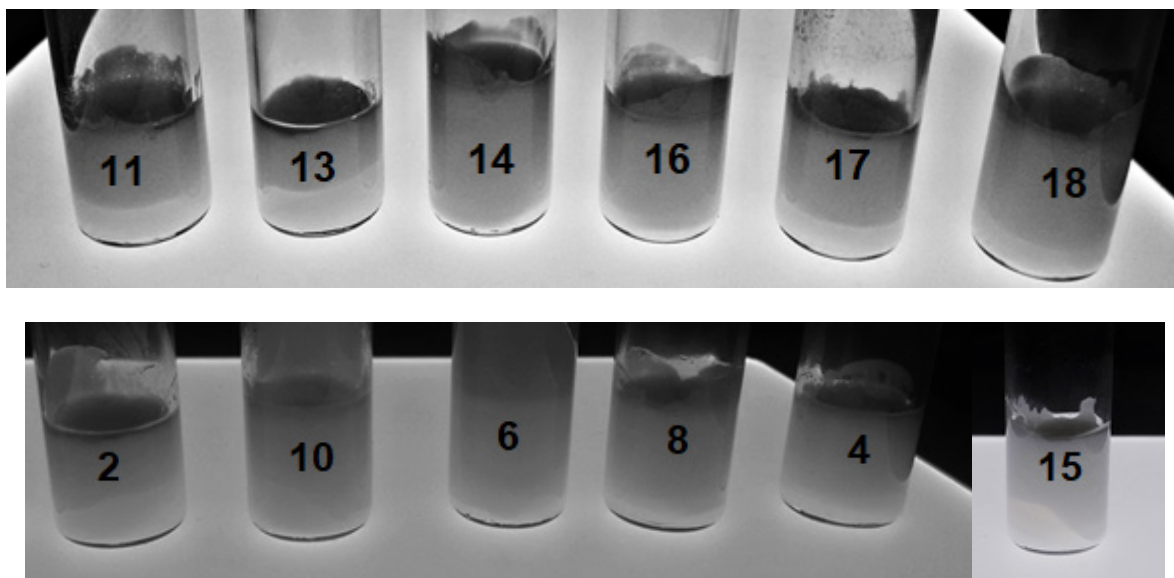
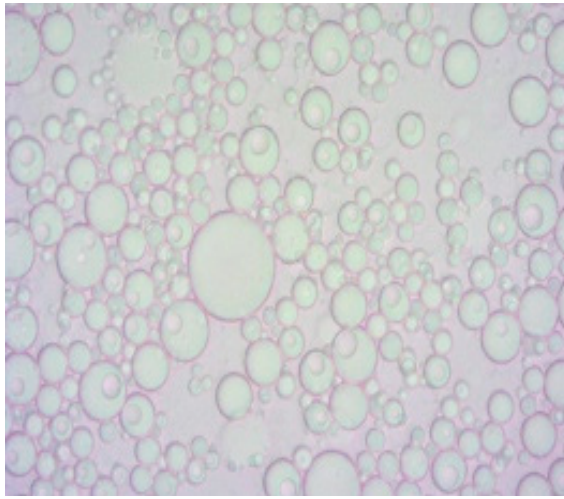


Figura 1 – Fotos das amostras após o teste de centrifugação.

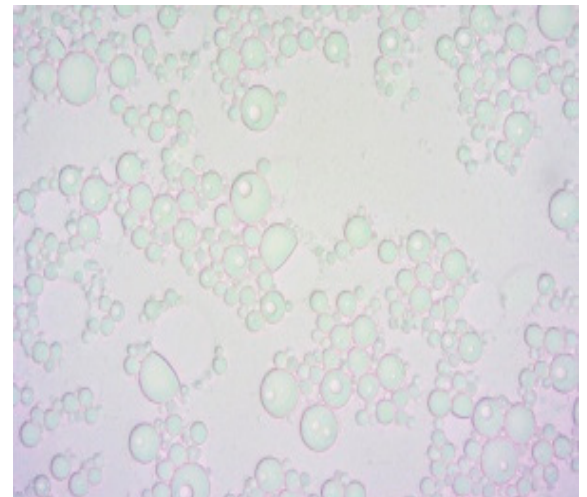
As amostras emulsionadas foram ajustadas ao modelo proposto por Rosin, Rammier e Bennet (RRB) para a determinação da distribuição de tamanho de gotícula. Para as amostras em que os ajustes foram bem-sucedidos estatisticamente ($R^2 > 0,98$), o diâmetro médio de Sauter foi calculado a partir da equação do modelo. Para as demais amostras em que não foi possível o ajuste, o diâmetro foi determinado pelo inverso do somatório da distribuição de frequência vezes o diâmetro. O valor médio dos diâmetros de Sauter das gotículas das amostras emulsionadas foram $2,15 \mu\text{m} \pm 53,52 \%$. Na equação tem-se um resultado típico de ajuste ao modelo RRB foi para a amostra com 50% de proporção de gordura residual,

$$X_i = 1 - \exp\left\{-\left[\frac{D_i}{(1,70 \pm 0,01 \mu\text{m})}\right]^{(3,15 \pm 0,09)}\right\} \quad (1)$$

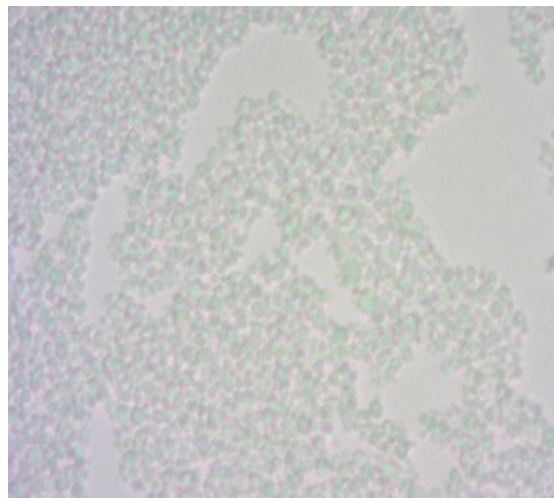
em que X_i é a frequência acumulada de diâmetros e D_i os diâmetros em micrômetros (variância explicada de 0,9854). Constatou-se que a adição de gordura residual contribuiu com a diminuição do diâmetro de gotícula, ainda mais significativamente que a quantidade de emulsificante. A Figura 2 mostra resultados típicos de imagens adquiridas no microscópio ótico, parametrizadas em percentual de gordura residual na fase oleosa, com aumento de 500x (em escala).



(a) 0 %



(b) 20 %



(c) 50 %

Figura 2 – Resultados típicos de imagens adquiridas no microscópio ótico, parametrizadas em percentual de gordura residual na fase oleosa, com aumento de 500x.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em análise às respostas estudadas, pode-se afirmar que a gordura residual das unidades industriais de aves contribui para a obtenção de características desejáveis das emulsões, aumentando o pH e diminuindo o diâmetro das gotículas, parâmetros que influenciam, de forma geral, na estabilidade das formulações.

Tendo em vista o aproveitamento do soro do sangue das aves de corte, sugere-se para trabalhos futuros a análise da influência do soro na estabilidade de emulsões.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. Editora Anvisa, 2005.

BORGHETTI, G. S.; KNORST, M. T.. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções

O/A contendo filtros solares. **Revista Brasileira de ciências farmacêuticas**, v. 42, n. 4, p. 531-537, 2006.

FRANKEL, E. N. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. **Trends in Food Science & Technology**, v. 4, n. 7, p. 220-225, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária. 2016.

KIRUBAKARAN, M.; SELVAN, V. A. M. A comprehensive review of low cost biodiesel production from waste chicken fat. **Renewable and Sustainable Energy reviews**, v. 82, p. 390-401, 2018.

MINAMINO, M.; KANDA, F. Global Cosmetic R&D Trends Unveiled From Past IFSCC Award-Winning Papers. In: **Cosmetic Science and Technology: Theoretical Principles and Applications**, 2017.

SORAPUKDEE, S.; NARUNATSOPANON, S. Comparative Study on Compositions and Functional Properties of Porcine, Chicken and Duck Blood. **Korean journal for food science of animal resources**, v. 37, n. 2, p. 228, 2017.

TADROS, T. F. **Emulsions: Formation, Stability, Industrial Applications**. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2016.

TEÓFILO R. F., FERREIRA M. M. C. Quimiometria II: Planilhas Eletrônicas para Cálculos de Planejamentos Experimentais, um tutorial. **Química Nova**, v.29, p.338-350, 2006.

TOLDRÁ, F. et al. Innovations in value-addition of edible meat by-products. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 290-296, 2012.

TUR, Ethel. Skin physiology and gender. In: **Textbook of Cosmetic Dermatology**. CRC Press, 2010. p. 14-26.

WEI, C. et al. Functional properties of chicken fat-based shortenings: Effects of based oils and emulsifiers. **International Journal of Food Properties**, v. 20, n. sup3, p. S3277-S3288, 2017.

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

