

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA 2



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA 2



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia química 2 /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-536-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.362212610>

1. Engenharia química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel
da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 660

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa - Paraná - Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Química 2” é constituído por dezoito capítulos de livros que foram organizados em quatro áreas temáticas: *i)* utilização de adsorventes para remoção de Contaminantes de Interesse Emergente (CIE) em diferentes matrizes aquosas; *ii)* produção de biodiesel e bio-óleo a partir de biomassa ou reutilização de óleo de fritura; *iii)* análise de recuperação avançada de petróleo por injeção de gás carbônico ou polímeros e práticas de gestão para exploração de petróleo e gás natural e *iv)* aplicações diversas.

O primeiro tema é composto por 50% dos capítulos de livros presente no e-book, apresentando trabalhos utilizando biomassas de origem vegetal para remoção da turbidez presente em efluentes oleosos e metais em águas residuárias e industriais; remoção de nitrogênio amoniacal e o fármaco ivermectina utilizando o carvão ativado, respectivamente, *in natura* e funcionalizado com grafeno; aplicação de surfactantes não-iônicos para reduzir a dissolução de carbonatos e a redução do consumo de água em processo de bradagem; a apresentação de um método analítico para quantificar a presença de Bisfenol A em águas superficiais, um estudo de revisão da literatura que mostra a qualidade dos recursos hídricos em vários países e a presença da diversidade e quantidade dos CIEs nas matrizes aquosas e a caracterização físico-química da farinha de Inhame obtida pelo processo de atomização. A segunda temática apresenta dois estudos que investigaram a produção de biodiesel e bio-óleo a partir, respectivamente, do aproveitamento do óleo de soja/fritura e da pirólise proveniente de biomassa.

Os capítulos de 12 a 14 apresentam trabalhos que buscaram avaliar a eficiência da injeção de gás carbônico ou solução de polímero para avaliar a recuperação avançada do petróleo. Além disso, apresenta um estudo de práticas de gestão operacional de exploração e produção de petróleo e gás natural exigido para atender normas da ABNT e certificações ISO e regulamentos técnicos estabelecidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Já os trabalhos presentes nos capítulos de 15 a 18 tratam de temas que variam da utilização da garrafa PET como dispositivo para determinar a densidade aparente de materiais em forma de pó; análise da geometria, diluição e qualidade de revestimentos de aço AISI 317L aplicado pelo processo de GTAW; estudo teórico visando aumentar a eficiência de uma coluna cromatográfica utilizando sílica na forma de nanopartículas e; apresenta uma aplicação na indústria de alimentos que utilizou a mistura de bebida fermentada de camomila com o cogumelo da espécie *Agaricus Brasiliensis*.

Diante desta variedade de estudos, provenientes de pesquisadores (as) de diferentes partes do Brasil, a Atena Editora selecionou e reuniu estes trabalhos neste e-book que depois de publicado, estará acessível de forma gratuita em seu *site* e em outras plataformas digitais, contribuindo para a divulgação do conhecimento científico gerado nas

instituições de ensino de todo o país. Assim, a Atena Editora vem trabalhando, buscando, estimulando e incentivando cada vez mais os pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros ou capítulos de livros.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA CASCA DE MARACUJÁ NA REMOÇÃO DE TURBIDEZ DE EFLUENTE OLEOSO

Cinthia Silva Almeida
Antonia Vitória Grangeiro Diógenes
Macilene Maria Monteiro Maia
Daianni Ariane da Costa Ferreira
Francisco Wilton Miranda da Silva
Zilvam Melo dos Santos
Manoel Reginaldo Fernandes
Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126101>

CAPÍTULO 2..... 9

AMMONIA NITROGEN REMOVAL FROM FISH PROCESSING WASTEWATER BY ADSORPTION USING ACTIVATED CARBON

Davi Vieira Gomes
Maria Alice Prado Cechinel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126102>

CAPÍTULO 3..... 18

CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE IVERMECTINA EM CARVÃO ATIVADO FUNCIONALIZADO COM GRAFENO

Eduardo Possebon
Marcelo Fernandes Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126103>

CAPÍTULO 4..... 34

APLICAÇÃO DE SURFATANTES NÃO IÔNICOS NO CONTROLE DA TAXA DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATOS NA ACIDIFICAÇÃO DE MATRIZ

Alcides de Oliveira Wanderley Neto
Guilherme Mentges Arruda
Dennys Correia da Silva
Luiz Felipe da Hora
Jefferson David Coutinho de Araújo
Marcos Allyson Felipe Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126104>

CAPÍTULO 5..... 45

UM ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E REDUÇÃO DA PEGADA DE CARBONO EM PROCESSO DE BRASAGEM

Caline Nunes de Carvalho
Tereza Neuma de Castro Dantas
Afonso Avelino Dantas Neto
Herbert Senzano Lopes

Andréa Oliveira Nunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126105>

CAPÍTULO 6..... 57

PROPOSTA DE MÉTODO ANALÍTICO PARA QUANTIFICAÇÃO DE BISFENOL A EM ÁGUAS SUPERFICIAIS

Cristiano Gonçalves Alano
Paula Roberta Perondi Furtado
Marcia Luciane Lange Silveira
Jamile Rosa Rampinelli
Elisabeth Wisbeck
Mariane Bonatti Chaves
Sandra Aparecida Furlan

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126106>

CAPÍTULO 7..... 74

CONTAMINANTES DE INTERESSE EMERGENTE PRESENTES EM DIFERENTES MATRIZES AQUOSAS: O QUE VOCÊ NÃO VÊ, MAS AFETA E COMPROMETE A QUALIDADE DOS DIFERENTES ECOSSISTEMAS E A SAÚDE DE TODOS OS ORGANISMOS VIVOS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126107>

CAPÍTULO 8..... 87

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE FARINHA DE INHAME OBTIDA POR ATOMIZAÇÃO

Edison Paulo De Ros Triboli
Letícia Giuliani Yashiki

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126108>

CAPÍTULO 9..... 93

PRODUÇÃO DE BIODIESEL UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA E ÓLEO DE SOJA

Rafael Melo dos Santos Costa
Juan Medeiros Sousa
Dyenny Ellen Lima Lhamas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126109>

CAPÍTULO 10..... 101

PRODUÇÃO DO BIO-ÓLEO A PARTIR DA PIRÓLISE RÁPIDA DA BIOMASSA

Janaína Santos Matos
Leila Maria Aguilera Campos
Maria Luiza Andrade da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261010>

CAPÍTULO 11	114
UMA REVISÃO SOBRE A OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE EFLUENTES DO PROCESSAMENTO DA MANDIOCA GERADOS NO BRASIL	
Renata Carvalho Costa Márcio Daniel Nicodemos Ramos André Aguiar	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261011	
CAPÍTULO 12	126
ANÁLISE DE RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO ATRAVÉS DA INJEÇÃO MISCÍVEIS DE CO ₂ POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO CASO UNISIM-II-H	
Ana Paula Pereira Santos Paulo Couto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261012	
CAPÍTULO 13	145
INJEÇÃO DE POLÍMEROS ACIMA DA PRESSÃO DE FRATURA DA FORMAÇÃO COMO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO	
Maria do Socorro Bezerra da Silva Edney Rafael Viana Pinheiro Galvão	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261013	
CAPÍTULO 14	157
PRÁTICAS DE GESTÃO OPERACIONAL NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO (E&P) DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL NO BRASIL, PARA ATENDER REQUISITOS DE NORMAS ABNT NBR ISO DE SGI E DE REGULAMENTOS TÉCNICOS DA AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP)	
Raymundo Jorge de Sousa Mançú Luís Borges Gouveia Silvério dos Santos Brunhoso Cordeiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261014	
CAPÍTULO 15	196
MELHORIA DA DETERMINAÇÃO DE DENSIDADE APARENTE DE PÓS COM AUXÍLIO DE DISPOSITIVO FEITO COM GARRAFA DE REFRIGERANTE	
Edison Paulo De Ros Triboli Marina Piasentini Oliva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261015	
CAPÍTULO 16	202
ANÁLISES DA GEOMETRIA, DILUIÇÃO E QUALIDADE DE REVESTIMENTOS DE AÇO AISI 317L APLICADOS PELO PROCESSO GTAW COM ADIÇÃO DE ARAME FRIO	
Rafael Barbosa Carneiro dos Santos João Pedro Inácio Varela Mathews Lima dos Santos Marcos Mesquita da Silva Renato Alexandre Costa de Santana	

Raimundo Nonato Calazans Duarte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261016>

CAPÍTULO 17.....215

**ESTUDO TEÓRICO: AUMENTO DA EFICIÊNCIA DE COLUNAS CROMATOGRÁFICAS
POR APLICAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS**

Afonso Poli Neto

Herbert Duchatsch Johansen

Marcelo Telascrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261017>

CAPÍTULO 18.....229

BEBIDA FERMENTADA DE CAMOMILA COM COGUMELO *AGARICUS BRASILIENSIS*

Joseane Martins de Oliveira

Édipo Gulogurski Ribeiro

Meakaythacher Massayumi Takayanagui

Ana Carolina Dobrychtop

Camila Kaminski

Herta Stutz

Sueli Pércio Quináia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261018>

SOBRE O ORGANIZADOR.....238

ÍNDICE REMISSIVO.....239

CAPÍTULO 8

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE FARINHA DE INHAME OBTIDA POR ATOMIZAÇÃO

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 27/09/2021

Edison Paulo De Ros Triboli

Centro Universitário do Instituto Mauá de
Tecnologia – CEUN-IMT
Departamento de Engenharia Química e
Engenharia de Alimentos
São Caetano do Sul – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2925772617738181>

Letícia Giuliani Yashiki

<http://lattes.cnpq.br/9813143481305062>

RESUMO: O inhame é um tubérculo rico em amido, sendo uma boa fonte de energia, no entanto, é pouco utilizado pelo público. A secagem por atomização permite a obtenção de farinha de alta qualidade, contudo a literatura sobre características tecnológicas desse material é escassa. Na caracterização físico-química, foram realizados ensaios para determinação da composição centesimal e teor de potássio; determinação dos valores de cor L^* , a^* e b^* ; caracterização morfológica por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e determinação dos índices de fluidez de Hausner e de Carr, que caracterizaram o produto como pó coesivo, de difícil escoamento.

PALAVRAS-CHAVE: Inhame. Farinha de inhame. Atomização.

TECHNOLOGICAL AND PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF SPRAY DRIED YAM FLOUR

ABSTRACT: The yam is a tuber rich in starch, being a good source of energy, however it is little used by the public. Spray drying allows to obtain high quality flour, but the literature on technological characteristics of this material is scarce. The physicochemical characterization of yam flour included the centesimal composition and potassium content; determination of L^* , a^* and b^* color values; morphological characterization through Scanning Electron Microscopy (SEM) and determination of the flowability indices of Hausner and Carr, which categorized the product as cohesive powder, with difficult flow.

KEYWORDS: Yam. Yam flour. Spray drying.

1 | INTRODUÇÃO

O inhame (*Dioscorea* spp) é um tubérculo consumido em vários países. No Brasil é cultivado principalmente por agricultores familiares e incorporado em suas dietas (SIQUEIRA, 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2014). Além disso, possui alto teor de amido, sendo parte dele o amido lentamente digerido, ideal para o preparo de alimentos funcionais para a redução de gordura e para dietas hipoglicêmicas (CHEN *et al.*, 2017). O inhame também é rico em potássio, o qual está associado ao controle da pressão alta (SANTOS E LIMA, 2009).

A secagem por atomização permite a produção de um produto de alta qualidade, em

que o tamanho e forma da partícula, densidade, umidade e outras propriedades podem ser controladas, sem precisar passar por mais etapas de processamento. A caracterização físico-química e tecnológica da farinha de inhame é fundamental para seu uso na culinária e como matéria-prima industrial, sendo essas informações escassas na literatura. Dessa forma, esse estudo tem como objetivo a caracterização físico-química e tecnológica de farinha de inhame, obtida por secagem por atomização e sua comparação com farinha presente no mercado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Nessa seção é descrita a forma de preparo da farinha de inhame e a abordagem adotada para sua caracterização físico-química e tecnológica. Foram realizadas análises da composição centesimal, com foco especial para o teor de potássio, cor pelo sistema $L^* a^* b^*$, análise morfológica e de fluidez do sistema particulado.

2.1 Preparação da farinha e secagem

Inhame foi adquirido em mercado local. Em seguida foram descascados, lavados em água corrente e triturados em um moinho de facas com água na proporção de 1:1 em massa. A secagem foi realizada em atomizador de disco rotativo semi-industrial modelo SD-05 (Tecnape, Sertãozinho, SP), com velocidade angular do disco de 30000 rpm, velocidade tangencial de $17,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e temperatura do ar de entrada de $160 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.2 Determinação da composição centesimal

A umidade foi determinada por gravimetria; as cinzas, por resíduo após incineração; a quantidade de proteína, pelo método de Kjeldahl modificado, de acordo com métodos do Instituto Adolf Lutz (2005). Gordura foi feita com o método *Bligh Dyer*. Os ensaios foram realizados em triplicata para a farinha de inhame produzida por atomização. O teor de carboidratos foi obtido por subtração dos teores de umidade, de cinzas, de proteínas e de gorduras.

2.3 Determinação do teor de potássio

Foi realizada pela detecção dos íons potássio por fotometria de emissão de chama em fotômetro marca Micronal, modelo B462 no comprimento de onda de 766,5 nm.

2.4 Determinação dos valores de cor L^* , a^* e b^*

Os atributos de cor foram determinados por reflectância utilizando o colorímetro modelo ColorQuest XE (Hunter Lab Inc, Reston, VA, USA) com iluminante D65 e ângulo de 10° . O ensaio foi realizado tanto para a farinha de inhame produzida por atomização quanto para a farinha da marca Nyame (Longevid, Guaratiba, RJ) em quadruplicata. A diferença entre os parâmetros foi calculada por meio das equações 1, 2 e 3 e a diferença

de cor total ΔE^* com a equação 4.

$$\Delta L^* = L^*_{amostra} - L^*_{padrão} \quad (1)$$

$$\Delta a^* = a^*_{amostra} - a^*_{padrão} \quad (2)$$

$$\Delta b^* = b^*_{amostra} - b^*_{padrão} \quad (3)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (4)$$

2.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As características morfológicas da farinha de inhame por atomização e a farinha da marca Nyame foram observadas num microscópio eletrônico de varredura do modelo JEOL – JCM 6000 e as imagens foram obtidas com potencial acelerado de 5 kV.

2.6 Determinação da densidade aerada e densidade compactada

Foram determinadas pelo método proposto por Oliva e Triboli (2016). Os ensaios foram realizados em quintuplicadas. A densidade aerada (ρ_a) é determinada pela razão entre a massa de farinha e o volume inicial (V_i) e a densidade compactada (ρ_c) pela razão entre a massa de farinha e o volume compactado (V_c). Os índices de Hausner (I_H) e de Carr (I_C) são calculados com auxílio das equações 5 e 6.

$$I_H = \frac{\rho_c}{\rho_a} = \frac{V_i}{V_c} \quad (5)$$

$$I_C = 100 \times \frac{(\rho_c - \rho_a)}{\rho_c} = 100 \times \frac{(V_i - V_c)}{V_i} \quad (6)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção são mostrados e discutidos os resultados das análises.

3.1 Composição centesimal e teor de potássio

Na Tabela 1 observa-se que a maior parte da farinha é composta por carboidratos, com quantidades de mesma ordem de grandeza de proteína, umidade e cinzas, e uma porcentagem pequena de gordura. O teor de potássio foi de $(3,10 \pm 0,07)$ %. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2006), 100 g de inhame *in natura* contém 567,7 mg de potássio, que corresponde a 2,12 % em base seca, valor próximo ao encontrado para a farinha.

Parâmetro	Inhame <i>in natura</i> (%)	Farinha de inhame (%)
Umidade	73,3*	6,04 ± 0,07
Proteínas	2,1*	7,1 ± 0,2
Cinzas	1,2*	6,45 ± 0,04
Gordura	0,2*	0,353 ± 0,008
Carboidratos	23,2*	80,09 ± 0,02

* Valores da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2006).

Tabela 1 — Composição centesimal da farinha de inhame obtida por atomização.

3.2 Valores de cor L^* , a^* e b^*

Os atributos de cor (L^* , a^* , b^*) tanto para a farinha de inhame produzida por atomização quanto a da marca Nyame estão mostrados na Tabela 2.

Parâmetro	Farinha por atomização	Farinha Nyame	Δ
L^*	93,9 ± 0,3	87,1 ± 0,5	6,78
a^*	-0,86 ± 0,04	1,65 ± 0,04	-2,52
b^*	7,1 ± 0,3	10,08 ± 0,07	-3,70

Tabela 2 — Valores de L^* , a^* , b^* para farinha de inhame obtida por atomização e farinha de inhame da marca Nyame.

Como a diferença ΔL^* é positiva, a farinha de inhame por atomização é mais clara que a encontrada no mercado. A diferença total de cor (ΔE^*) foi de 8,12; indicando que a diferença entre as cores das farinhas é claramente perceptível ao olho humano, pois é superior a 5 (MOKRZYCKI e TATOL, 2011).

3.3 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As partículas de farinha de inhame obtida por atomização possuem aspecto esférico e uniforme, o que era esperado devido ao processo de atomização, no qual a vaporização da água ocorre durante a dispersão da suspensão de inhame em forma de gotas. As partículas de farinha de inhame da marca Nyame têm formato irregular com diferentes tamanhos, devido a moagem que sucede o processo de secagem na obtenção da farinha, de acordo com informações obtidas com o fabricante do produto. O tamanho da partícula média da farinha obtida por atomização é de (10,5 ± 4,5) μm e o da farinha obtida no mercado é de (4,5 ± 1,8) μm (ver Figura 1).

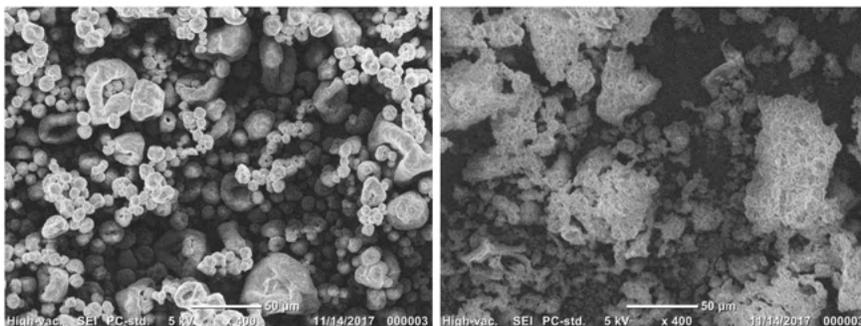


Figura 1 — Microscopia Eletrônica de Varredura para farinha de inhame obtida por atomização (esquerda) e farinha de inhame da marca Nyame (direita).

3.4 Índices de fluidez de Hausner e Car

Na Tabela 3 se observa que ambas densidades foram menores para a farinha de inhame por atomização quando comparadas à de mercado, o que pode ser atribuído aos diferentes processos de obtenção. No entanto, os valores, tanto para o índice de Hausner quanto de Carr, são os mesmos para ambas farinhas, de forma que, mesmo sendo obtidas por processos distintos, apresentam as mesmas propriedades de fluidez.

Produto	ρ_a ($\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	ρ_c ($\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	I_{Hausner}	I_{Carr} (%)
Farinha obtida por atomização	$0,464 \pm 0,002$	$0,675 \pm 0,009$	$1,46 \pm 0,02$	31 ± 1
Farinha Nyame	$0,599 \pm 0,007$	$0,867 \pm 0,005$	$1,45 \pm 0,03$	31 ± 1

Tabela 3 – Densidades aerada e compactada e índices de Hausner e de Carr para a farinha de inhame obtida por atomização e a da marca Nyame.

4 | CONCLUSÕES

Na caracterização físico-química, observou-se que a farinha é composta em sua maior parte por carboidratos, principalmente amido, o que pode ser um atrativo para a indústria química. O teor de potássio encontrado foi de 3,10 %, confirmando a riqueza desse elemento nesse vegetal. A farinha de inhame obtida por atomização também apresentou partículas de formato esférico e uniforme. Os índices de fluidez de Hausner e Carr indicam que ambas farinhas se comportam como pós coesivos, de difícil escoamento.

REFERÊNCIAS

CHEN, X.; LI, X.; HUANG, H.; WANG, T.; QU, Z.; MIAO, J.; GAO, W. Effects of drying processes on starch-related physicochemical properties, bioactive components and antioxidant properties of yam flours. **Food Chem.**, 224, 224-232, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005.

MOKRZYCKI, W.; TATOL, M. Color difference Delta E - A survey. **Machine Graphics and Vision**, v. 20, n. 4, p. 383-411, Apr. 2011.

OLIVA, M.P.; TRIBOLI, E.P.D.R. **Desenvolvimento de dispositivo auxiliar para a determinação de densidade aparente de pós com garrafa de refrigerante**. Instituto Mauá de Tecnologia; 2016. Seminário de Iniciação Científica.

SANTOS, A.C., LIMA, C.A. () Hipertensão de difícil controle: impacto do estilo de vida. **Rev. Bras. Hipertens.**, 16, S5-S6, 2009.

SIQUEIRA, M.V.B.M. Yam: a neglected and underutilized crop in Brazil. **Hortic. Bras.**, 29, 16-20, 2011.

SIQUEIRA, M.V.B.M.; NASCIMENTO, W.F.; SILVA, L.R.G.; FERREIRA, A.B.; SILVA, E.F.; MING, L.C.; VEASY, E.A. Distribution, management and diversity of yam local varieties in Brazil: a study on *Dioscorea alata* L. **Braz. J. Biol.**, 74, 52-61, 2014.

UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 30, 31, 32, 72

Adsorvente 3, 4, 5, 6, 8, 20, 21, 61, 63, 64

Afluentes 19

Agência Nacional do Petróleo - ANP 157, 159, 160, 193

Águas subterrâneas 75

Águas superficiais 19, 57, 69, 70, 71, 81

Análise cromatográfica 216

Antibióticos 18, 80, 81

Atomização 87, 88, 89, 90, 91, 197, 201

B

Bioadsorvente 238

Biochemical Oxygen Demand (BOD) 9, 10

Biocombustíveis 8, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 105, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 161, 193

Biodiesel 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

C

Carvão ativado 3, 10, 18, 21, 32, 72

Cascas de maracujá 1, 2, 3, 4, 6, 7

Catalisador 93, 94, 95, 98, 108, 109, 118

Chemical Oxygen Demand (COD) 9, 10

Cinética 18, 20, 21, 24, 26, 28, 41, 106

Colunas cromatográficas 215, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226

Combustíveis fósseis 94, 102

Compressibilidade 196, 197

Corpos hídricos 19, 57, 59, 60, 70

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) 33, 77, 216, 227, 228

D

Densidade 88, 89, 92, 93, 96, 97, 98, 108, 119, 121, 127, 128, 149, 196, 197, 198, 199, 200

Densidade aerada 89, 196, 197, 200

Densidade aparente 92, 196, 198

E

Efeito estufa 45, 46, 49, 94, 102

Efluentes 3, 5, 19, 31, 59, 60, 114, 116, 120, 123, 124, 182, 238

Efluentes domésticos 19

Efluentes industriais 59

Espalhamento de Luz Dinâmico (DLS) 217

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 76, 81, 119, 124, 238

F

Fármacos 19, 32, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 218, 227

Fraturas induzidas 150

Fraturas naturais 148

Funil 4, 22, 196, 197, 198, 199, 200

G

Garrafa PET 197

Grafeno 18, 21, 31, 218, 227

H

Hidrofobizada 1, 6, 8

Hormônios 18, 60, 77

I

Impacto ambiental 54, 55

Índices de fluidez de *Hausner* e de *Carr* 87

Inhame 87, 88, 89, 90, 91

Injeção de polímeros 145, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 155

Ivermectina 18, 19, 21, 31, 32

M

Materiais particulados 196

Matéria-prima 88, 95, 114, 115, 116, 117, 196

Matrizes aquosas 74, 82

Mesh 1, 2, 4, 6, 10, 36

Microplásticos 77

N

Nanopartículas 215, 217, 218, 219, 220, 226, 227, 228

O

Óleo de fritura 93, 94, 95, 97, 98, 99

Óleo de soja 93, 94, 95, 97, 98, 99

Óleo diesel 1, 4

Organic matter 9, 15, 16

P

Pesticidas 18, 77, 79, 80, 81, 82

Petróleo 1, 2, 5, 8, 34, 35, 36, 37, 94, 96, 99, 102, 103, 104, 126, 127, 128, 129, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 173, 174, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 203, 204, 212, 213, 215

Polímero 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 216

Processos convencionais de tratamento de água e esgoto 18, 78

R

Reaproveitamento 123

Recuperação Avançada de Petróleo (EOR) 126, 128, 145, 146, 147

Recursos hídricos 59, 61, 76, 82, 123

Renovável 93, 94, 95, 102, 104, 105

Reservatórios Não-Convencionais (RNC) 147

Resíduos agroindustriais 3, 5, 7, 122

S

Separação granulométrica 1, 4

Sílica 215, 216, 217, 218, 219, 220, 226, 227, 228

Solução polimérica 147, 149, 150, 151, 154

Surfactantes 18, 34, 82

Sustentável 49, 94, 101, 193, 200, 236

T

Transesterificação etílica 93, 98, 99

Turbidez 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

U

Umidade 60, 88, 89, 90, 103, 107, 108, 109, 232

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA 2



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA 2



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br