

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

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

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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-Não-Derivativos 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 Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
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
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
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: Daphynny Pamplona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied chemical engineering / Organizador
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-856-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.561223101>

1. Chemical engineering. 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

The e-book: “Collection: Applied chemical engineering” consists of ten book chapters that were organized and divided into four thematic units, namely: *i*) natural products: extraction and purification of active principles; *ii*) development of new materials: study, comparison, different properties and applications; *iii*) use of analytical instruments for food quality control and; *iv*) development and application of bioadsorbents and advanced treatment technologies to remove contaminants from aquatic matrices.

The first theme presents two studies that evaluated the extraction of essential oil from the Baru species plant (*Dipteryxalata Vog.*) with nematicidal activity in combating *Meloidogyne javanica*. The second work evaluated triterpene purification processes from plant bioactives of Amazonian species. The second theme consists of three book chapters aimed at the study and comparison of natural, glass and mixed fibers for future applications; preparation of graphene oxides for production as composites in the form Cu/TiO₂/rGO and estimates of thermodynamic properties of esters used in the production of biodiesel using a Gaussian software associated with the Constantinou and Gani group method.

The third thematic unit consists of two works, one using the UV-Vis spectrophotometry technique to quantify the metallic ions of cadmium, copper, chromium, mercury, nickel and lead in cheeses produced by hand on rural properties; the second work evaluated the Kombucha probiotic and its importance in fermented foods. Finally, the fourth and last theme consists of three works with different approaches. The first deals with the possible environmental impacts that can be caused to water and soil as a result of exposure to Fracking gas present in Mexico. The second presents the study of the adsorption capacity from the biomass generated by the Andiroba species (*Carapaguianensis Aubl.*) in the removal of copper ions present in wastewater from industrial activities. The third chapter presents the study of the influence of the complexity of different aqueous matrices on the degradation of a mixture of drugs using the solar photolysis processes, TiO₂/Solar and its combination with the addition of H₂O₂. This process constitutes one of the advanced treatment technologies to be made feasible on a large scale as a complementary step to conventional water and sewage treatment processes.

In this perspective, Atena Editora has been working with the aim of stimulating and encouraging both Brazilian researchers and those from other countries to publish their work with quality assurance and excellence in the form of books, book chapters and articles that are available in the Editora’s website and other digital platforms with free access.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ATIVIDADE NEMATICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.) SOBRE *Meloidogyne javanica*


Gabriela Araújo Martins
Rodrigo Vieira da Silva
Ana Paula Gonçalves Ferreira
João Pedro Elias Gondim
Lara Nascimento Guimarães
Nathália Nascimento Guimarães
Edcarlos Silva Alves
Rafaella Alves Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231011>

CAPÍTULO 2..... 12

PURIFICAÇÃO DE TRITERPENOS BIOATIVOS A PARTIR DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS: IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS E PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO


Lucas Orlean Nunes do Nascimento
Yanne Katiussy Pereira Gurgel Aum
Erick Max Mourão Monteiro de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231012>

CAPÍTULO 3..... 19

ESTUDO E COMPARAÇÃO ENTRE COMPÓSITOS REFORÇADOS COM FIBRAS NATURAIS, FIBRAS DE VIDRO E HÍBRIDOS


Samuel de Castro Silva
Gabriel Melo Nascimento
Roberto Tetsuo Fujiyama

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231013>

CAPÍTULO 4..... 25

PREPARAÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFITE PARA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS Cu/TiO₂/rGO

Gimerson Weigert Subtil
Leonardo Zavilenski Fogaça
Daiane Marques de Oliveira
Jean César Marinozi Vicentini
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231014>

CAPÍTULO 5..... 37

PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DE FORMAÇÃO ESTIMADAS PARA ÉSTERES DE BIODIESEL USANDO SOFTWARE DE QUÍMICA QUÂNTICA GAUSSIAN E O MÉTODO DE CONTRIBUIÇÃO DE GRUPO DE CONSTANTINOU E GANI

Erich Potrich
Larissa Souza Amaral


Fernando Augusto Pedersen Voll
Vladimir Ferreira Cabral
Lúcio Cardozo Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231015>

CAPÍTULO 6..... 51

DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DE CÁDMIO, CHUMBO, COBRE, CROMO, MERCÚRIO E NÍQUEL EM QUEIJOS ARTESANAIS RURAIS E INDUSTRIAIS EMPREGANDO ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS


Alexandre Mendes Muchon
Alex Magalhães de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231016>

CAPÍTULO 7..... 63

PRODUÇÃO DE KOMBUCHA: APRESENTAÇÃO DO PROCESSO, POSSÍVEIS OBSTÁCULOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE

Thainá Inácia da Silva
Louiza Stefhany Santos Tibes
Carla Adriana Pizarro Schmidt

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231017>

CAPÍTULO 8..... 78

MEXICO'S WATER AND SOIL, THREATENED BY FRACKING GAS?


Victor Hugo Ferman-Avila
Maria del Carmen Avitia-Talamantes
Hugo Esteban Ferman-Corral

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231018>

CAPÍTULO 9..... 87

PRODUÇÃO DE BIOADSORVENTE DE RESÍDUOS DE CASCAS DE SEMENTES DE ANDIROBA (*Carapa guianensis Aubl.*) E POTENCIAL USO NA ADSORÇÃO DE ÍONS COBRE EM ÁGUAS RESIDUÁRIAS INDUSTRIAIS


Carlos Castro Vieira Quaresma
Gabriela Cristina Brito Nery
Agnes Naiá Gomes de Sá Fernandes
Sérgio Duvoisin Júnior
Nélio Teixeira Machado
Marla Karolyne dos Santos Horta
Douglas Alberto Rocha de Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231019>

CAPÍTULO 10..... 100

INFLUENCE OF MATRIX COMPOSITION ON THE DEGRADATION OF A PHARMACEUTICALS MIXTURE THROUGH HETEROGENEOUS PHOTOLYSIS AND PHOTOCATALYSIS UNDER SOLAR RADIATION PROCESSES

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56122310110>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	113
ÍNDICE REMISSIVO.....	114

CAPÍTULO 6

DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DE CÁDMIO, CHUMBO, COBRE, CROMO, MERCÚRIO E NÍQUEL EM QUEIJOS ARTESANAIS RURAIS E INDUSTRIAIS EMPREGANDO ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Data de aceite: 01/01/2022

Data de submissão: 02/12/2021

Alexandre Mendes Muchon

Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG
Formiga – MG
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3161860189838846>

Alex Magalhães de Almeida

Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG
Formiga – MG
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3351180665178978>

RESUMO: O queijo é um produto de origem milenar, fabricado e consumido desde a época dos egípcios, sendo um alimento muito presente no cotidiano das pessoas. Eles podem ser primariamente diferenciados entre industrializados e artesanais, sendo este segundo por ser fabricado em escala reduzida e sem padrões controles de qualidade mais refinados, podem vir a apresentarem alguma contaminação por metais, sendo alguns deles pesados e nocivos ao ser humano mesmo na ínfima quantidade. Por este motivo, visando ampliar o conhecimento por trás da composição química desde lácteo, este trabalho tem como objetivo a avaliação quantitativa de cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio e níquel, através de espectrofotometria UV-Vis e apresentar possíveis justificativas acerca dos resultados obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: Queijo artesanal, espectrofotometria UV-Vis, íons metálicos.

QUANTITATIVE DETERMINATION OF CADMIUM, LEAD, COPPER, CHROMIUM, MERCURY AND NICKEL IN RURAL AND INDUSTRIAL HANDMADE CHESES EMPLOYING UV-VIS SPECTROPHOTOMETRY

ABSTRACT: Cheese is a product of ancient origin manufactured and consumed since the time of the Egyptians being a food very present in people's daily lives. They can be primarily differentiated between industrialized and artisanal the second being manufactured on a small scale and without more refined quality control standards may present some contamination by metals some of which are heavy and harmful to humans even in the smallest quantity. For this reason, aiming to expand the knowledge behind the chemical composition since dairy this work aims at the quantitative evaluation of cadmium lead copper chromium mercury and nickel, through UV-Vis spectrophotometry and present possible justifications about the results obtained.

KEYWORDS: Handmade cheese, UV-Vis spectrophotometry, Metal ions.

1 | INTRODUÇÃO

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou

combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias, especiarias, condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (História do Queijo, 2020).

O queijo primitivo era apenas o leite coagulado, desprovido de soro e salgado. A partir da Idade Média, a fabricação de queijos finos ficaria restrita aos mosteiros católicos, com novas receitas desenvolvidas por seus monges. A técnica de produção queijeira modernizou-se no decorrer do tempo. Utilizam-se, em alguns queijos, esporos de fungos na água são adicionados ao leite (História do Queijo, 2020).

Os egípcios estão entre os primeiros povos que cuidaram do gado e tiveram, no leite e no queijo, fonte importante de sua alimentação. Passagens bíblicas registram o queijo como um dos alimentos da época. Na Europa, os gregos foram os primeiros a adotá-lo em seus cardápios, feito exclusivamente com leite de cabras e de ovelhas, animais que criavam. Entretanto, os romanos foram os responsáveis pela maior divulgação dos queijos pelo mundo (História do Queijo, 2020).

Com o advento das feiras e mercados nos séculos XIV e XV, algumas queijarias de regiões remotas ficaram mais visadas. No século XIX aconteceu o grande boom no consumo do queijo, afinal, a sua produção que era artesanal passou para a ordem industrial. Paralelamente, um fato também encorpou essa virada: a pasteurização (História do Queijo, 2020).

Com o decorrer dos anos, os processos por trás da fabricação dos queijos foram sendo cada vez mais desenvolvidos e aperfeiçoados, afim de atender os requisitos da demanda mundial. Nos dias atuais, inúmeras são as grandes empresas que suprem esse mercado, tendo um processo de produção a nível industrial, com diversos métodos para assegurar o controle de qualidade de seus produtos.

Entretanto, além dos diversos tipos de queijos existentes no planeta, os quais diferem com relação ao tipo de leite usado, tempo de cura, dentre outros parâmetros, existe a classificação para aqueles queijos considerados artesanais, a qual por muito tempo não era bem regulamentada com relação aos parâmetros necessários para que um queijo fosse considerado artesanal.

Contudo, tudo isso foi finalmente ajustado com o Decreto nº 9.918, de 18/07/2019, que regulamentou a Lei nº 13.680, de 14 /07/2018, estabelecendo diretrizes para concessão do Selo Arte pelo IMA, permitindo que os produtos artesanais de origem animal realizem o comércio interestadual, desde que estejam submetidos à inspeção sanitária. Os produtores de queijo precisam estar registrados no serviço de inspeção estadual, realizado pelo IMA, e cumprirem as normas de boas práticas agropecuárias e boas práticas de fabricação artesanal (IMA, 2019).

2 | OBJETIVO

Visando avaliar a qualidade dos produtos consumidos pela sociedade, o presente trabalho quantificou as concentrações, caso houvesse presença, dos íons cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio e níquel por meio de espectrofotometria UV-Vis em oito diferentes queijos obtidos nos mercados da cidade de Formiga – MG, dos quais quatro foram queijos artesanais e quatro queijos industrializados sem nenhum critério adicional quanto a escolha dos mesmos.

Os resultados obtidos foram comparados com literaturas sobre o assunto e parâmetros estabelecidos pelos órgãos e instituições de saúde, sejam eles a Organização Mundial da Saúde (OMS), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e quaisquer outras fontes situadas do meio nacional e internacional. Caso seja confirmada a presença de determinado metal a nível tóxico para o ser humano, serão relatadas possíveis fontes de contaminação.

3 | MATERIAIS E MÉTODO

Todos os queijos usados detinham aproximadamente 500 gramas, sendo que para preservar as características e tê-los como ‘frescos’ no momento em que as análises se procedessem, no momento em que o queijo fora adquirido o mesmo foi dividido em 12 partes aproximadamente iguais para a armazenagem, sendo fatiados com uma faca de porcelana usada exclusivamente para esta finalidade.

Cada fatia foi pesada em uma balança analítica de precisão e seu peso líquido anotado. Os pacotes de cada queijo fatiado foram pesados e armazenados em um freezer para congelamento e posterior utilização na própria instituição onde o trabalho é realizado. A seguir podem ser evidenciados os procedimentos realizados por meio da FIG 1.



Figura 1 – Bancada de trabalho, cortes e armazenagem dos queijos.

Fonte: Os autores.

Para a realização da abertura das amostras com o intuito da aplicação dos métodos de análise, foram utilizados três meios de tratamento, um preparando o analito para a análise de chumbo, outro para análise de cádmio e um terceiro para análise de cobre, cromo, níquel e mercúrio.

Todos os processos descritos abaixo foram realizados para cada tipo diferente de queijo. Vale ressaltar que todos os materiais usados passaram por uma limpeza com uma solução de ácido nítrico 10 % v/v por 24 horas e posteriormente lavados com água deionizada e secos naturalmente. Todos os reagentes e solventes usados apresentam grau de pureza Para Análise (P.A.).

Todas as determinações foram realizadas em triplicata real, e para os métodos que fazem uso de reagente analítico que sofre algum tipo de degradação com o tempo ou alguma circunstância externa.

3.1 Amostragem utilizada para cada íon

3.1.1 Cádmio

Devido ao fato de que o complexante usado no sistema de complexação do cádmio ser o mesmo usado no método para chumbo, necessitam-se retirar os possíveis íons de chumbo da amostra. Para tal procedimento, uma amostra de queijo foi levada a estufa dentro de um cadinho de porcelana na temperatura de 150°C por um tempo de duas horas. Esta temperatura permite que a amostra seja parcialmente incinerada e que nenhum elemento sofra vaporização.

A amostra então foi transferida para um béquer onde ocorreu ataque com ácido clorídrico, possibilitando que cloreto de chumbo e cloreto de mercúrio formados sejam precipitados, facilitando sua retirada do sistema através de uma filtração do material. Posterior à digestão química do material, ocorreu uma filtração utilizando papel filtro quantitativo e a parte líquida foi avolumada para um balão volumétrico de 100,0 mL e armazenado para as análises futuras.

3.1.2 Chumbo

Na determinação de chumbo foi utilizado o papel filtro que seria o descarte da amostragem de cádmio, que por sua vez detinha apenas os cloretos de chumbo e mercúrio precipitados. Sendo assim o papel filtro foi levado a mufla na temperatura de 800°C por um período de duas horas dentro de um cadinho de porcelana para calcinação.

Logo após o material restante sofreu ataque com ácido nítrico para dissolução do chumbo presente na amostra, filtragem utilizando um papel filtro quantitativo para retirar as cinzas pós calcinação e condicionamento da parte líquida em um balão de 100 mL, avolumado com água destilada.

Desta forma os possíveis metais que também reagem com o complexante usado

na determinação de chumbo são retirados e evita-se o erro nas análises causadas pelos interferentes iônicos.

3.1.3 Cobre, Cromo, Mercúrio e Níquel

Como os métodos escolhidos para a análise destes metais é específico, o mesmo processo de amostragem pôde ser usado para avaliar os mesmos, devido ao fato de que seus sistemas de complexação não apresentam interferência com os outros íons que estão sendo analisados.

Uma amostra de queijo foi adicionada a um cadinho de porcelana e posta na mufla para incineração parcial do material orgânico a 200°C, em um intervalo de duas horas. Logo após o material foi transferido para um béquer onde sofreu digestão com ácido nítrico sob aquecimento. O material resultante foi filtrado com papel filtro quantitativo e avolumado em um balão volumétrico de 250,0 mL, onde permanecera armazenado até o momento das análises.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realizar uma comparação dos dados obtidos nas análises laboratoriais foram utilizados diversos órgãos regulamentadores atuantes no âmbito nacional e internacional, os quais podem ser averiguados na TAB. 1 juntamente com seus limites máximos tolerados (LMT).

Metal	Concentração	Órgão regulador
Chumbo	0,020 mg/kg	*Regulamento (CE) N.o 1881/2006 da Comissão Das Comunidades Europeias, 2006
	0,005 mg/L	Code of Federal Regulations (CFR), 2021
	0,01 mg/kg	Food Standards Australia New Zealand, 2002
	0,4 mg/kg	*Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2021
	0,02 mg/kg	*Codex Alimentarius, 2019
Mercúrio	0,002 mg/L	Code of Federal Regulations (CFR), 2021
	0,002 mg/kg	Food Standards Australia New Zealand, 2002
Níquel	0,1 mg/L	Code of Federal Regulations (CFR), 2021
	1 mg/L	Code of Federal Regulations (CFR), 2021
Cobre	0,01 mg/kg	Food Standards Australia New Zealand, 2002
	10 mg/kg	*Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2021
	0,07 mg/100g	*Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), 2011
Cromo	0,1 mg/L	Code of Federal Regulations (CFR), 2021
	0,005 mg/L	Code of Federal Regulations (CFR), 2021
Cádmio	0,005 mg/kg	Food Standards Australia New Zealand, 2002
	0,5 mg/kg	*Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2021

Tabela 1 – Limites máximos tolerados dos metais em alimentos e seus órgãos reguladores.

Fonte: Os autores.

Nota: * Valores para queijos ou leite próprio para fabricação de derivados.

Para uma análise mais facilitada decidiu-se avaliar as leituras de cada metal englobando todos os queijos, como será mostrado nas TAB. 2, TAB. 3, TAB. 4, TAB. 5, TAB. 6 e TAB. 7.

Equação e R ²		y = 0,046 + 0,0018	R ² = 0,9994
Queijos	Massa Média (g)	Média [Cr] (mg/kg)	Média [Cr] (mg/L)
Queijo 1	7,9184	0,0097	0,0094
Queijo 2	8,4863	0,0067	0,0065
Queijo 3	8,0239	0,0077	0,0075
Queijo 4	11,3299	0,0080	0,0078
Queijo 5	9,6537	0,0070	0,0068
Queijo 6	11,2621	0,0081	0,0078
Queijo 7	8,8002	0,0087	0,0085
Queijo 8	7,8253	0,0079	0,0077

Tabela 2 – Resultados das determinações de Cromo em queijos.

Fonte: Os autores.

De acordo com a legislação encontrada, nenhum dos queijos apresenta uma concentração de cromo acima do limite máximo tolerado pelas literaturas, ressaltando que foi analisado o cromo total.

Equação e R ²		y = 0,0131 + 0,0087	R ² = 0,9995
Queijos	Massa Média (g)	Média [Cu] (mg/kg)	Média [Cu] (mg/L)
Queijo 1	7,9184	0,0252	0,0245
Queijo 2	8,4863	0,0215	0,0209
Queijo 3	8,0239	0,0219	0,0213
Queijo 4	11,3299	0,0199	0,0193
Queijo 5	9,6537	0,0174	0,0169
Queijo 6	11,2621	0,0200	0,0194
Queijo 7	8,8002	0,0198	0,0192
Queijo 8	7,8253	0,0191	0,0185

Tabela 3 – Resultados das determinações de Cobre em queijos.

Fonte: Os autores.

De acordo com as literaturas mais recentes, os valores de concentração de cobre

encontrados encontram-se dentro dos padrões, principalmente segundo a legislação brasileira que permite especificamente até 10 mg/kg de cobre em queijos e produtos derivados de leite.

Segundo KIRA e MAIHARA (2007), que realizaram a determinação de Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P e Zn em queijos do tipo mussarela, minas, prato e parmesão por meio de espectrofotometria de emissão atômica com plasma de argônio induzido após digestão parcial (ICP EOS), verificaram que por conta da matriz apresentar gordura em sua constituição a determinação de minerais e elementos essenciais traço torna-se bastante demorada utilizando-se o procedimento de digestão por via seca, podendo levar a perdas e/ou contaminações da amostra.

Mediante as constatações feitas foram efetuadas as determinações multielementares tanto por via seca como por hidrólise de HCl e chegaram a resultados similares e adequados necessitando de um tempo relativamente curto para o preparo das amostras. Verificou-se um teor de cromo com variação de 0,07 a 0,29 mg/kg dependendo do tipo de queijo analisado e uma variação de 0,27 a 0,52 mg/kg de cobre a qual pode ter sido afetada pelos diferentes conteúdos de gordura presentes na matriz, uma vez que o cobre está ligado aos glóbulos de gordura.

Equação e R ²		y = 0,029 + 0,0017	R ² = 0,9992
Queijos	Massa Média (g)	Média [Ni] (mg/kg)	Média [Ni] (mg/L)
Queijo 1	7,9184	0,0158	0,0153
Queijo 2	8,4863	0,0108	0,0105
Queijo 3	8,0239	0,0141	0,0137
Queijo 4	11,3299	0,0151	0,0147
Queijo 5	9,6537	0,0148	0,0144
Queijo 6	11,2621	0,0162	0,0157
Queijo 7	8,8002	0,0169	0,0164
Queijo 8	7,8253	0,0160	0,0155

Tabela 4 – Resultados das determinações de Níquel em queijos.

Fonte: Os autores.

Os valores encontrados de níquel nos queijos mostram-se inferiores ao limite máximo tolerado de acordo com os padrões internacionais encontrados e das literaturas obtidas.

Equação e R ²		y = 0,054 + 0,0069	R ² = 0,9997
Queijos	Massa Média (g)	Média [Hg] (mg/kg)	Média [Hg] (mg/L)
Queijo 1	7,9184	0,0033	0,0032
Queijo 2	8,4863	0,0021	0,0021
Queijo 3	8,0239	0,0040	0,0039
Queijo 4	11,3299	0,0034	0,0033
Queijo 5	9,6537	0,0020	0,0019
Queijo 6	11,2621	0,0023	0,0023
Queijo 7	8,8002	0,0030	0,0029
Queijo 8	7,8253	0,0026	0,0025

Tabela 5 – Resultados das determinações de Mercúrio em queijos.

Fonte: Os autores.

Em se tratando do mercúrio, metal que muitas das vezes aparecem nos estudos principalmente ligados a parte nutricional dos alimentos, de acordo com os parâmetros internacionais os valores obtidos ultrapassam o limite máximo de detecção. No entanto faz-se necessário que novas análises sejam efetuadas com equipamentos mais sensíveis e métodos mais específicos para o mesmo para confirmar a contaminação.

Acredita-se que o valor encontrado contenha erros causados por sobreposição, acréscimo ou diminuição do sinal analítico de outros íons na amostra, juntamente com a sensibilidade do método em se tratando de uma amostra complexa como a de queijo.

Barros et al (2021), efetuou a análise de mercúrio total em leites e queijos da região de Marabá – PA por meio do Analisador Direto de Mercúrio DMA-80 e comparou os resultados segundo a norma vigente da ANVISA que estabelece o VMP de 0,5 mg/kg para o leite.

Foi constatada a presença de mercúrio total em leites em valores abaixo do permitido, já em queijos os valores encontrados podem ter variação inferior à encontrada, devido ao fato da possível volatilização do Hg durante o processo de fabricação. É dito ainda pelo autor que mesmo perante os dados encontrados, o trabalho de mineração na região continua em processo crescente, e devido a isso o monitoramento de metais em alimentos é muito importante para a população pois apesar de baixas as concentrações de mercúrio bioacumula no organismo.

Equação e R ²		y = 0,0436 - 0,0136	R ² = 0,9963
Queijos	Massa Média (g)	Média [Pb] (mg/kg)	Média [Pb] (mg/L)
Queijo 1	6,9580	0,0932	0,0905
Queijo 2	6,5129	0,1044	0,1014
Queijo 3	8,4777	0,0855	0,0830
Queijo 4	9,6776	0,0757	0,0735
Queijo 5	10,3898	0,0727	0,0706
Queijo 6	11,0145	0,0693	0,0673
Queijo 7	7,8800	0,0939	0,0912
Queijo 8	7,1505	0,1035	0,1005

Tabela 6 – Resultados das determinações de Chumbo em queijos.

Fonte: Os autores

De acordo com a legislação do território nacional, ANVISA, todos os valores encontrados de chumbo nos queijos encontram-se abaixo do aceitável não representando risco tóxico para a população.

Outros autores como Moura et al (2013), realizaram a determinação de chumbo em leite bovino em quatro fazendas do município de Belo Jardim – Pernambuco (PE) por ICP-MS utilizando de digestão em micro-ondas (MARS) das amostras. Eles constataram valores de detecção entre 0,009 a 0,057 mg/L, evidenciando uma possível contaminação se comparada com o estabelecido pela ANVISA, entretanto faz-se necessário efetuar análises posteriores nos mesmo ponto de coleta para confirmar ou não a existência de contaminação.

Equação e R ²		y = 0,0633 + 0,0108	R ² = 0,9953
Queijos	Massa Média (g)	Média [Cd] (mg/kg)	Média [Cd] (mg/L)
Queijo 1	6,9580	0,0019	0,0019
Queijo 2	6,5129	0,0020	0,0019
Queijo 3	8,4777	0,0028	0,0028
Queijo 4	9,6776	0,0025	0,0024
Queijo 5	10,3898	0,0018	0,0018
Queijo 6	11,0145	0,0022	0,0021
Queijo 7	7,8800	0,0031	0,0030
Queijo 8	7,1505	0,0034	0,0033

Tabela 7 – Resultados das determinações de Cádmiu em queijos.

Fonte: Os autores.

Mesmo contendo normas rígidas no âmbito internacional com relação ao limite máximo tolerado de cádmio em alimentos, nenhum dos queijos superou os valores estabelecidos por lei, e em território nacional o valor máximo aceitável para queijos e produtos secundários advindos de leite é bem superior aos valores encontrados no trabalho.

Alguns outros autores realizaram trabalhos similares em anos passados tais como Gomes et al (2013), que determinaram a presença de cádmio, cromo e chumbo em leite e na alimentação bovina, a qual inclui a análise da água, sal mineral, ração e da silagem, nas redondezas de Marechal Cândido Rondon, Paraná, com a utilização de espectrofotometria de absorção atômica com chama e para isso as amostras foram diluídas em água purificada e acidificadas com solução HCl 1,0 mol/L.

Foi constatada a contaminação do leite in natura, material de estudo dos autores, contendo de 0,03 a 0,773 mg/L de chumbo, 0,019 a 0,042 mg/L de cádmio e 0,004 a 2,244 mg/L de cromo e ainda verificado que o sal mineral seria a maior fonte de contaminação contendo de 60,27 a 88,36 mg/kg de chumbo, 5 a 7,82 mg/kg de cádmio e 24,18 a 53,41 mg/kg de cromo, valores acima da legislação estudada pelo autor.

É dito ainda que produtos como a soda cáustica utilizada na limpeza dos tanques também pode ser uma fonte de contaminação e o próprio desgaste ou corrosão dos equipamentos, soldas e parafusos, faz-se necessário então uma política pública de monitoramento da contaminação do leite por estes elementos traço e principalmente nos alimentos de nutrição animal.

Gonçalves et al (2008), realizou a análise de leite integral bovino pasteurizado por meio de espectrofotometria de absorção atômica para os elementos cádmio, cobre, chumbo, ferro e zinco no estado de Goiás. Foi verificado que as concentrações de chumbo excedem o limite máximo de resíduos tolerados pelo CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (1995) de cádmio verificado em todas as mesorregiões do Estado de Goiás evidenciando contaminação por chumbo a médio longo prazo, sugestivo de monitoramento das matérias primas dos suplementos minerais e dos resíduos industriais destinados à alimentação dos bovinos produzidos no Estado de Goiás, além de controle do meio ambiente.

Para as concentrações de cádmio não houveram valores superiores aos estabelecidos pela OMS (0,050 mg/kg) tido assim que as concentrações nos leites inferem baixa contaminação pelo metal. Outros autores entretanto, dizem que valores acima de 0,017 mg/kg são passíveis de constatação toxica devido ao caráter acumulativo.

Como vistos é possível que alguns dos valores obtidos nas leituras dos íons metálicos estejam ligados a fonte de alimentação do gado, do método de fabricação do queijo, armazenamento ou até limpeza dos materiais e maquinário de trabalho, averiguações que para um trabalho futuro seriam interessantes de serem feitas.

5 | CONCLUSÃO

Os objetivos estipulados foram satisfatoriamente realizados desde os métodos escolhidos para a realização do preparo das amostras, até as determinações espectrofotométricas.

Com relação ao valor numérico encontrado na determinação de mercúrio, o mesmo pode ser atribuído ao fato de que o reagente analítico usado detém interações com outros íons, mesmo que em sistemas de complexação diferente, mas é bem provável que possa vir a ter ocorrido uma sobreposição e/ou soma de sinais analíticos.

Para novos estudos é de suma importância métodos analíticos mais precisos e sensíveis, pois mesmo obtendo resultados numéricos alguns dos valores não detêm um grau de confiabilidade significativo, podendo não ser possível visualizar o real valor das análises feitas.

Mesmo com algumas incertezas quanto a sensibilidade das análises é possível concluir que nenhum dos queijos encontra-se contaminado a níveis tóxicos.

Afim de enriquecer novas pesquisas na área, o estudo da alimentação em conjunto do produto gerado (leite) pode vir a gerar ótimos frutos e comparações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço CNPq pela bolsa concedida, ao UNIFOR-MG pela disponibilização dos laboratórios e ao meu orientador por toda a ajuda fornecida.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 487 de 26 de março de 2021. **Dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 31 mar. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-88-de-26-de-marco-de-2021-311655598>. Acesso em: 15 set. 2021.

BARROS, B. V.; MIRANDA, R. G.; PEREIRA, S. F. P.; PALHETA, D. C.; SILVA, C. S.. **Concentração de mercúrio em leite e queijo produzidos na região de Marabá-PA.** XII Safety, Health and Environment World Congress, São Paulo, 22/25 jul. 2012.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed.** Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf. Acesso em: 07 ago. 2021.

Food Standards Australia New Zealand. **The 20th Australian Total Diet Survey: a total diet survey of pesticide residues and contaminants.** 2003. Disponível em: https://www.foodstandards.gov.au/publications/documents/Final_20th_Total_Diet_Survey.pdf. Acesso em: 28 out. 2021.

GOMES, A. C. S.; LINDINO, C. A.; GONÇALVES Jr, A. C.; GOMES, G. D.. **Determinação de Cd, Cr e Pb no leite e na alimentação bovina no Brasil.** Revista Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 72(3): 211-8. 2013.

GONÇALVES, J. R.; MESQUITA, A. J.; GONÇALVES, R. M.. **Determinação de metais pesados em leite integral bovino pasteurizado no Estado de Goiás.** Ciência Animal Brasileira, v. 9, n. 2, p. 365-374, abr./jun. 2008.

História do Queijo. Portal São Francisco, 2020. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/historia-geral/historia-do-queijo#:~:text=O%20queijo%20existe%20h%C3%A1%20pelo,cabra%20para%20matar%20a%20sede>. Acesso: 01 set. 2020.

KIRA, C. S.; MAIHARA, V. A.. **Determinação de elementos essenciais maiores e traço em queijos por espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio induzido após digestão parcial.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(3): 446-450, jul./set.2007.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. **Queijos Artesanais.** Instituto Mineiro de Agropecuária. 2019.

Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP. - 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPAUNICAMP, 161 p. 2011. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.

UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (CE) nº 1881/2006 da Comissão de 19 de dezembro de 2006, que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios.** Jornal Oficial da União Europeia, L 364 de 20 de dezembro de 2006, p.18-21. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:PT:PDF>. Acesso em: 09 set. 2021.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorbent 78, 85, 88

Adsorption 2, 85, 88, 98, 108

Advanced Oxidative Processes (AOPs) 102

Agro-industrial waste 88

Anti-inflammatory 17

Aqueous matrices 2, 100, 103, 105, 112

B

Bacterium 100, 108, 109, 110, 111

Bioactive 12

Biodiesel 2, 3, 37, 38, 39, 48

C

Cadmium 2, 51

Cheese 51

Contaminants of Emerging Concern (CEC) 101

Copper 2, 26, 33, 34, 51, 83, 88

D

Detection Limit 100, 106

E

Essential oil 2, 2

Esters 2, 37, 49, 50

F

Fermentation 63, 76, 77

Fibers 2

Fracking gas 2, 4, 78, 79

G

Gibbs free energy 37, 38

Graphite oxide 25

H

Heavy metals 88

Hydrosphere 79

K

Kombucha 2, 4, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 74, 75, 76, 77

L

Lead 2, 51, 81, 82

Lithosphere 79

M

Meloidogyne javanica 2, 3, 1, 2, 5, 6, 7, 10, 11

Mercury 2, 51

Metallic ions 2

Mineralization 100, 105, 107, 110, 111, 112

N

Nematicidal activity 2, 2

Nematodes 2

Nickel 2, 51

O

Organic matter 102, 108, 110, 111

P

Pharmaceuticals 4, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112

Photocatalysis 4, 25, 34, 100, 103, 105, 111, 112, 113

Photocatalyst 33, 34, 35, 36, 106, 107, 108, 109, 110

Photolysis 2, 4, 100, 103, 106, 107, 109, 111

Photonic microscope 2

Photosystems 26

Probiotics 63, 76

Pyrolysis 88, 99

Q

Quantum chemistry 37, 38

R

River Water (RW) 103

S

Soil 2, 4, 78

Solar photolysis 2, 106, 107, 109

Solar radiation 4, 100, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113

Solar spectrum 25

T

Thermodynamic properties 2, 37, 50

Toxicity 76, 78, 81, 86, 100, 105, 108, 109, 110, 111, 112

Triterpenoids 12

U

UV-Vis spectrophotometry 2, 51





V

Vibrio fischeri 100, 105, 108, 109, 110, 111

W




Wastewater 2, 88, 103, 104, 112

Water 2, 4, 34, 35, 36, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 88, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 110, 111, 112, 113

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING


Ano 2022