

The background features a blue-to-white gradient with faint molecular structures and laboratory glassware. In the foreground, a glass dropper is positioned diagonally, releasing a single drop of liquid into a row of test tubes below it.

O papel fundamental da

QUÍMICA entre as CIÊNCIAS NATURAIS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)



O papel fundamental da

QUÍMICA entre as CIÊNCIAS NATURAIS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

 **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



O papel fundamental da química entre as ciências naturais

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)

P214 O papel fundamental da química entre as ciências naturais /
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 978-65-5983-950-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.506222202>

1. Química. 2. Ciências naturais. I. Paniagua, Cleiseano
Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540

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



Atena
Editora
Ano 2022

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: “O papel fundamental da química entre as ciências naturais” apresenta vinte e sete capítulos de livros que foram organizados em quatro temáticas: *i)* química e sociedade: em busca da ressignificação e contextualização do processo de ensino-aprendizagem; *ii)* química orgânica e de produtos naturais; *iii)* síntese, caracterização e avaliação de materiais nanoestruturados e *iv)* química e remediação ambiental.

O primeiro tema é constituído por doze capítulos que procuraram avaliar o processo de ressignificação e contextualização do ensino de química a partir: *i)* da percepção dos estudantes em relação ao consumo de água; *ii)* o ensino de química por meio de projetos; *iii)* a visão do aluno em relação ao processo de aprendizagem; *iv)* utilização de recursos tecnológicos e midiáticos como ferramentas facilitadoras no processo de aprendizagem; e *v)* utilização de materiais alternativos para a experimentação no ensino de química.

O segundo tema possui seis capítulos que procuraram avaliar o desempenho de novas substâncias químicas com inúmeras propriedades biológicas, entre as quais: a redução do número de larvas do mosquito *Aedes Aegypti*, bem como propriedades anti-inflamatória, antimicrobiana entre outras de interesse biológica. O terceiro tema é constituído por três capítulos que investigaram a síntese de nanopartículas de polianilina para composição de tintas utilizadas na impressão e do mineral hidroxiapatita. Por fim, o último tema é composto por seis capítulos que investigaram a remediação ambiental que se utilizou de resíduos de biomassa para remoção de metais pesados, a síntese de nanopartículas de sílica para a remoção de Ba^{2+} em matrizes aquosas, remediação de efluente contaminado com cádmio e chumbo e a aplicação de diferentes Processos Oxidativos Avançados para remoção de contaminantes.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando com o intuito de estimular e incentivar os pesquisadores brasileiros e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos que são disponibilizados de forma gratuita no site da Editora e em outras plataformas digitais.


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

QUÍMICA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: UMA ABORDAGEM SOBRE O LIXO


Kalebe Pinheiro Ramos
Alice Pantoja Trindade
Brennda Monteiro Gama
Fabricia Oliveira da Silva
Laura Cristina Ponte Moraes
Mateus de Jesus Silva Matos
Ruan Brandão Quintela
Yasmim Cristini Ribeiro dos Santos
Filipe dos Anjos Queiroz
Francisco Diniz da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222021>

CAPÍTULO 2..... 10

CARACTERIZAÇÃO DE OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NA CONCEPÇÃO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA QUE DIFICULTAM O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO PROFISSIONAL DOCENTE


Graziele Borges de Oliveira Pena
Nyuara Araújo da Silva Mesquita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222022>

CAPÍTULO 3..... 34

A QUÍMICA E O USO CONSCIENTE DA ÁGUA: PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO DE ESCOLA DA REDE PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE OLIVEIRA - MG


Luísa Resende Lobato de Almeida
Carlos Alexandre Vieira
Alexandre Fernando da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222023>

CAPÍTULO 4..... 42

CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS DAS METODOLOGIAS DE PROJETOS NO ENSINO DE QUÍMICA


Luiz Gabriel Araújo da Fonseca
Maria Fabiana Sousa Rosa
Ronilson Freitas de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222024>

CAPÍTULO 5..... 52

ENSINO DE QUÍMICA: INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE APRENDIZADO SEGUNDO A VISÃO DOS ALUNOS


Alan Stampini Benhame de Castro
Hauster Maximiler Campos de Paula
Cristiana Resende Marcelo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222025>

CAPÍTULO 6..... 70

**CONSTRUÇÃO DE JOGOS LÚDICOS E BRINQUEDOS A PARTIR DE GARRAFAS PET'S:
UM PROJETO DE AÇÃO EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DE PARINTINS, AM**


Clailson Lopes dos Santos
Gabriela Rodrigues Conceição
Ivan Souza Tavares
Pedro Campelo de Assis Junior
Raymara Fonseca dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222026>

CAPÍTULO 7..... 80

CONSTRUÇÃO DE UM KIT ALTERNATIVO PARA TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE


Adriano Olímpio da Silva
Regiane Auzier Coelho
Valeria Lopes Amorim
Luciane Lasle Cordeiro da Silva
Rosângela da Silva Lopes
Aline Alves dos Santos Naujorks

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222027>

CAPÍTULO 8..... 89

**INSTRUMENTOS ALTERNATIVOS PARA AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA NO ENSINO
REMOTO**


Alcy Favacho Ribeiro
Anderson Rogério Beltrão Franco
Geane da Silva de Souza
Karla do Socorro Ramos Gatinho
Natasha de Jesus Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222028>

CAPÍTULO 9..... 100

**APLICAÇÃO DO CONTEÚDO DE RADIOATIVIDADE E SUA INTERDISCIPLINARIDADE
ATRAVÉS DE UM JOGO LÚDICO NO ENSINO REMOTO**

Celine Eveli Teixeira de Barros
Yasmim dos Santos Barros
Alexsandro Sozar Martins
Ana Rosa Carriço de Lima Montenegro Duarte
Kelly das Graças Fernandes Dantas


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5062222029>

CAPÍTULO 10..... 107

**O USO DE MÁSCARAS COMO TEMA PARA AULA DE GASES E DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA NO CONTEXTO DA PANDEMIA DE COVID-19**

Igor Andrade Ribeiro
Poliane Moreira Pereira
André Luigi Soares de Souza
Matheus Conceição Jacaúna

Rosenir Xavier Tavares
Jackson Guerreiro de Almeida
Crisquelen Guimarães de Souza
José Nilton Almeida da Silva Filho
Alex Izuka Zanelato
Ataiany dos Santos Veloso Marques

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220210>

CAPÍTULO 11..... 111

O ENSINO DE CHUVA ÁCIDA POR MEIO DE MÍDIAS DIGITAIS


Alice Pantoja Trindade
Brennda Monteiro Gama
Fabricia Oliveira da Silva
Kalebe Pinheiro Ramos
Laura Cristina Ponte Moraes
Mateus de Jesus Silva Matos
Ruan Brandão Quintela
Yasmim Cristini Ribeiro dos Santos
Filipe dos Anjos Queiroz
Francisco Diniz da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220211>

CAPÍTULO 12..... 119

O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA POR MEIO DE JOGOS E SIMULADORES DIGITAIS

Fabricia Oliveira da Silva
Alice Pantoja Trindade
Brennda Monteiro Gama
Kalebe Pinheiro Ramos
Laura Cristina Ponte Moraes
Mateus de Jesus Silva Matos
Ruan Brandão Quintela
Yasmim Cristini Ribeiro dos Santos
Filipe dos Anjos Queiroz
Francisco Diniz da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220212>

CAPÍTULO 13..... 126

DESENVOLVIMENTO DE UM CARBOIDRATO CONTENDO UMA UNIDADE ACEPTORA DE MICHAEL APLICADO NO COMBATE ÀS LARVAS DO MOSQUITO AEDES AEGYPTI


Herbert Igor Rodrigues de Medeiros
Rodrigo Ribeiro Alves Caiana
Rayane de Oliveira Silva
Jonh Anderson Macêdo Santos
Cláudia Laís Araújo Almeida Santos
Juliano Carlo Rufino de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220213>

CAPÍTULO 14..... 138

MOLECULAR INTERACTION PROFILES OF SOLIDAGENONE WITH INFLAMMATORY MARKERS


Simone Sacramento Valverde
Bruna Celeida Silva Santos
Temistocles Barroso de Oliveira
Orlando Vieira de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220214>

CAPÍTULO 15..... 146

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE SUBSTÂNCIAS ISOLADAS DE *Usnea steineri* FRENTE A FITOPATÓGENOS

Lucas Silva Cintra
Marcos Gomide Tozatti
Maria Anita Lemos Vasconcelos
Carlos Henrique Gomes Martins
Márcio Luis Andrade e Silva
Ana Helena Januário
Patricia Mendonça Pauletti
Wilson Roberto Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220215>

CAPÍTULO 16..... 160

USO DE PROCESSOS MULTICOMPONENTES NA SÍNTESE DE NOVOS PEPTOIDES DE INTERESSE BIOLÓGICO


Paulo Marcos Donate
Mike Gustavo Coelho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220216>

CAPÍTULO 17..... 172

REAÇÃO DE DEBUS-RADZISZEWSKI – RELEVANTE METODOLOGIA PARA A SÍNTESE DE 1,3-IMIDAZÓIS E 1,3-OXAZÓIS

Sidney Silva Simplicio
Victória Laysna dos Anjos Santos
Cristiane Costa Lima
Matheus Vieira Castro
Arlan de Assis Gonsalves
Cleônia Roberta Melo Araújo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220217>

CAPÍTULO 18..... 189

ATUAÇÃO DOS NEUROTRANSMISSORES NO COMBATE À ANSIEDADE NO CENÁRIO DA PANDEMIA

Wallyson Oliveira de Sousa
Danilo Batistuta da Silva Lopes
Alexsandro Sozar Martins
Ana Rosa Carriço de Lima Montenegro Duarte

Kelly das Graças Fernandes Dantas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220218>

CAPÍTULO 19..... 196

ANÁLISE DE FATORES QUE MELHORAM O ÍNDICE DE FLUIDEZ EM POLIPROPILENO

Juliano Antonio Frizzo

Andrei Goldbach

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220219>


CAPÍTULO 20..... 204

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE POLIANILINA PARA USO EM TINTAS DE IMPRESSÃO

Cristiane Krause Santin

Manuela Arend Prediger

Tatiana Louise Avila de Campos Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220220>


CAPÍTULO 21..... 211

AVALIAÇÃO DA ROTA DE SÍNTESE PARA OBTENÇÃO DE HIDROXIAPATITA NANOESTRUTURADA

Thaíla Gomes Moreira

Kaline Melo de Souto Viana

Amanda Melissa Damião Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220221>

CAPÍTULO 22..... 218

MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS EM LEITE PRODUZIDOS EM SERGIPE E COMERCIALIZADO NA CIDADE DE ARACAJU

Gislaine Santos Santana Leal

Adalberto Menezes Filho

Antônio Sérgio Oliveira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220222>

CAPÍTULO 23..... 228

REMOÇÃO DE METAL PESADO POR BIOMASSA OBTIDA A PARTIR DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOETANOL

Helder Lopes Vasconcelos


Isamara Godoi

Divair Christ

Débora Danielle Virginio Silva

Maria das Graças Almeida Felipe

Luciane Sene


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220223>

CAPÍTULO 24..... 239

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS DE SÍLICA

MESOPOROSA PARA REMOÇÃO DE Ba²⁺ DE MEIO AQUOSO


Daniel Walker Tondo
Caroline Mayara Meurer Reolon
Renata Mello Giona
Alessandro Bail

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220224>

CAPÍTULO 25.....252

REMEDIAÇÃO DE EFLUENTE CONTAMINADO COM CÁDMIO E CHUMBO: UMA ABORDAGEM ECO AMIGÁVEL


Ana Lúcia Eufrazio Romão
Katiany do Vale Abreu
Dalila Maria Barbosa Davi
Maria Roniele Félix Oliveira
Carlos Emanuel Carvalho Magalhães
Carlucio Roberto Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220225>

CAPÍTULO 26.....265

DETECÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E DEGRADAÇÃO EMPREGANDO DIFERENTES PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS PARA REMOÇÃO DOS FÁRMACOS GEMFIBROZIL, HIDROCLOROTIAZIDA E NAPROXENO EM DIFERENTES MATRIZES AQUOSAS


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220226>

CAPÍTULO 27.....280

PROCESSO FOTO-FENTON E FOTO-FENTON SOLAR: FUNDAMENTOS, APLICAÇÃO E PANORAMA CIENTÍFICO

Aline Aparecida Carvalho França
Carlos Ernando da Silva
Leonardo Madeira Martins
Ludyane Nascimento Costa
Gabriel e Silva Sales
Felipe Pereira da Silva Santos
Ana Karina Borges Costa
Kerlane Alves Fernandes
José Milton Elias de Matos
José Luiz Silva Sá

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50622220227>

SOBRE O ORGANIZADOR.....295

ÍNDICE REMISSIVO.....296

MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS EM LEITE PRODUZIDOS EM SERGIPE E COMERCIALIZADO NA CIDADE DE ARACAJU

Data de aceite: 01/02/2022

Data da submissão: 10/11/2021

Gislaine Santos Santana Leal

Instituto Federal de Sergipe
Aracaju – Sergipe
Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/7780036323897148>

Adalberto Menezes Filho

Instituto Federal de Sergipe
Aracaju – Sergipe
Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/3905834700921818>

Antônio Sérgio Oliveira dos Santos

Instituto Federal de Sergipe
Aracaju – Sergipe
Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/9044537612196090>

RESUMO: O leite é um alimento de alto valor nutricional e altamente suscetível à contaminação por resíduos de antimicrobianos usados no tratamento de doenças no gado leiteiro. O objetivo desta pesquisa foi determinar e monitorar resíduos dos antibióticos sulfamerazina, sulfametoxazol e sulfadimetoxina no leite produzido em Sergipe e comercializado em Aracaju, comparando com o limite máximo de resíduos (LMRs) estabelecido pela resolução do MERCOSUL GMC n. 54/2000, adotado pelo Brasil estabelecendo o LMR de $100 \mu\text{g.kg}^{-1}$ no leite para os compostos descritos. A validação do método teve uma boa faixa linear entre 100 e $1000 \mu\text{g.kg}^{-1}$ com r^2 maior que 0,99

e recuperações entre $81,2 \pm 4,9\%$, $86,3 \pm 2,5\%$ e $104,5 \pm 0,3\%$ no nível de fortificação de $250 \mu\text{g.kg}^{-1}$ para sulfadimetoxina, sulfamerazina e sulfametoxazol, respectivamente, e limites de detecção e quantificação entre 50,0 a $80,0 \mu\text{g.kg}^{-1}$ e 100 a $250 \mu\text{g.kg}^{-1}$, respectivamente. O método validado foi aplicado na análise de 16 amostras de leite tipo C. Em todas as amostras de leite analisadas o antibiótico sulfametoxazol foi detectado na faixa de concentração de 489,4 a $842,56 \mu\text{g.kg}^{-1}$ mostrando que estava acima do limite permitido pelo Ministério da Agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: Leite, antibiótico, SPE, CLAE-DAD.

MONITORING OF ANTIBIOTIC RESIDUES IN MILK PRODUCED IN SERGIPE AND MARKETED IN THE CITY OF ARACAJU

ABSTRACT: Milk is a food of high nutritional value and highly susceptible to contamination by antimicrobial residues used in the treatment of diseases in dairy cattle. The objective of this research was to determine and monitor residues of the sulfamazine, sulfamethoxazole and sulfadimetoxin antibiotics in milk produced in Sergipe and marketed in Aracaju, compared with the maximum residues limit (MRLs) established by MERCOSUR resolution GMC n. 54/2000, adopted by Brazil establishing the MRL of $100 \mu\text{g.kg}^{-1}$ in milk for the compounds described. The validation of the method had a good linear range between 100 and $1000 \mu\text{g.kg}^{-1}$ with r^2 higher than 0.99 and recoveries between $81.2 \pm 4.9\%$, $86.3 \pm 2.5\%$ and $104.5 \pm 0.3\%$ at the fortification level of $250 \mu\text{g.kg}^{-1}$ for sulfadimetoxin, sulfamazine and sulfamethoxazole, respectively, and limits of

detection and quantification between 50.0 to 80.0 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ and 100 to 250 $\mu\text{g.kg}^{-1}$, respectively. The validated method was applied in the analysis of 16 samples of milk type C. In all samples of milk analyzed the antibiotic sulfamethoxazole was detected in the concentration range of 489.4 to 842.56 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ showing that it was above the limit permitted by the Ministry of Agriculture.

KEYWORDS: Milk, antibiotic, SPE, HPLC-DAD.

1 | INTRODUÇÃO

O leite é considerado um alimento de alto valor nutricional por ser fonte de carboidratos, vitaminas, minerais e proteínas, essenciais na alimentação humana. Embora o consumo nacional seja considerado baixo, cerca de 174 litros por habitante por ano (CONAB, 2016), o Brasil ocupa o quarto lugar no ranking mundial de produção de leite (EMBRAPA, 2008). Em Sergipe a atividade leiteira concentra-se principalmente no alto sertão. Segundo a agência de notícias Sergipe (2015), no ano passado foram processados em média 640 mil litros de leite por dia na região, o que a destaca como o principal pólo produtor de leite do estado. Portanto, esta atividade confere sustentabilidade tanto no campo produtivo quanto no campo social, contribuindo para garantir a criação de inúmeros empregos e geração de renda capaz de minimizar o fluxo migratório no sentido rural / urbano.

Do ponto de vista da saúde pública, o leite ocupa um lugar de destaque na alimentação humana, pois constitui um alimento essencial para todas as idades, principalmente os recém-nascidos, e o mesmo se aplica a todos os derivados lácticos (OLIVEIRA, *et al*, 1999). No entanto, uma série de fatores, como raça, idade e alimentação animal, estágio de lactação, variações climáticas ou infecções do úbere da vaca (CAMARGO, *et al*, 1984 in [6] PELCZAR, *et al*, 1996), podem alterar sua composição química.

As infecções do úbere, mesmo que subclínicas têm grande influência na composição do leite. O principal efeito é a redução da concentração de gordura, lactose e caseína e o aumento do teor de proteínas e cloretos do soro. Estados mais avançados de infecção resultam em leite com uma composição química diferente do normal. A mastite bovina é uma doença multifatorial de etiologia complexa e variada e está disseminada em todas as regiões produtoras de leite. A maioria das infecções é de origem bacteriana, predominando *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae* (PELCZAR, *et al*, 1996).

Por causa dessas infecções, os antibióticos têm sido amplamente utilizados em fazendas e mesmo em muitos casos, indiscriminadamente, para fins terapêuticos, principalmente para a cura de mamíferos, ou incorporados à ração animal como suplemento dietético. Tais procedimentos levam à presença de resíduos de antibióticos, representando um risco para o consumidor e, portanto, um grave problema na área econômica e de saúde pública. O abuso de medicamentos veterinários, especialmente em países onde seu emprego não é monitorado de perto, poderia ser corrigido por meio de informações

suficientes e precisas aos usuários, atendidos por cooperativas e centros de apoio técnico do governo. A divulgação de boas práticas veterinárias e agrícolas levaria a uma redução dos níveis dessas substâncias e deixaria de ser do interesse público. No Brasil, não existe uma política de longo prazo de organização e manutenção de estrutura adequada para o controle do uso de medicamentos veterinários (MINIUSSI, 1992 *apud* NASCIMENTO, *et al*, 2001). A real efetividade desses programas depende não somente da gestão, mas do papel fundamental dos produtores e os funcionários que atuam na área.

Por esse motivo, existe a preocupação em produzir alimentos isentos de contaminantes, sendo imprescindível garantir uma produção de alimentos que não ofereçam riscos à saúde dos consumidores. O respeito às recomendações da legislação brasileira deve ocorrer em toda a cadeia produtiva. Dessa maneira, deve haver rígido controle de qualidade do produto que pode apresentar resíduos desses antimicrobianos, causando danos à saúde do produtor, da indústria e do consumidor.

O Plano Nacional de Controle de Resíduos Biológicos em Produtos de Origem Animal (NPCBR), Instrução Normativa / MAA nº 42 de 20 de dezembro de 1999, instituído pelo Ministério da Agricultura com o objetivo de sistematizar os meios de controle da contaminação desses produtos por resíduos de compostos usados na agricultura, adota a Resolução GMC nº 54/2000 do MERCOSUL, que estabelece como limite máximo de resíduos (LMR) para sulfamazina, sulfametoxazol e sulfadimetoxina o valor de 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$ no leite para cada tetraciclina (BRASIL, 1998). É crescente a preocupação com a presença de antibióticos no leite e os possíveis riscos à saúde, sendo necessário controlar e monitorar os níveis residuais desses compostos para cumprir a legislação em vigor no país para prevenir e proteger o consumidor.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo determinar e monitorar resíduos dos antibióticos sulfamazina, sulfametoxazol e sulfadimetoxina em amostras de leite produzidas em Sergipe e comercializadas na cidade de Aracaju, comparando os valores determinados com o limite máximo de resíduos (LMR) estabelecido por a legislação adotada pelo Brasil. No desenvolvimento das análises, foram aplicadas as técnicas de extração em fase sólida (SPE) para o isolamento e extração dos resíduos de antibióticos no leite e análises por cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por arranjo de diodo (HPLC-DAD).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Reagentes e preparo das soluções

Foi usado metanol de grau de HPLC (J. T Baker) na preparação de soluções de estoque e de trabalho a partir de padrões de antibióticos de pureza média de 75%. A partir das soluções estoque, foi preparada uma mistura de antibióticos denominada mix, na concentração de 10 mg.L^{-1} , para fortificação das amostras de leite e posteriores testes de

extração. Foram utilizados ácido clorídrico 2,0 mol L⁻¹, metanol grau HPLC (J. T Baker) e água ultrapura para otimizar as condições de extração.

2.2 Condições cromatográficas

As análises foram realizadas usando cromatografia líquida de alto desempenho (CLAE) Shimadzu (Kyoto, Japão) LC-20A consistindo em degaseificador DGU-20A3, bomba LC-20AD, controlador de sistema CBM-20A, forno de coluna SIL-20AC self-CTO-20AC com coluna NST C18 (150mm x 4,6mm x 5µm) a 35°C e detector UV-VIS com arranjos de fotodiodo SPD-M20A, ajustado para 265nm. O conjunto ácido oxálico 0,01 M: Acetonitrila: Metanol (72: 20: 8) e Trietilamina 0,1% foi usado como fase A e metanol como fase B. A eluição foi empregada no modo gradiente, mantendo o fluxo constante de 1 ml .min⁻¹.

2.3 Preparação e fortificação das amostras

A extração dos antibióticos para o leite foi possível a partir de um volume de 5 mL de leite e fortificação com 100 µL da mistura de antibióticos 10 mg.L⁻¹, seguida de centrifugação por 5 min a 3500 RPM, adição de 5 mL de ácido clorídrico 2 mol L⁻¹, agitando na mesa agitadora por 10 min a 180 RPM e centrifugação por 20 min a 3500 RPM. O sobrenadante foi coletado e filtrado em membrana de náilon (0,20 µm) para o cartucho SPE previamente condicionado com 3 ml de metanol e 3 ml de água ultrapura (2 vezes em sucessão). Os analitos foram eluídos com 3 ml de metanol e recolhidos em frascos de destilação para posterior rotavaporação e análise por HPLC-DAD.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desenvolvimento das condições cromatográficas por HPLC-DAD

As condições de análise por cromatografia líquida utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) modelo Shimadzu (Kyoto, Japão) modelo LC-20A e coluna C18 NST (150 mm x 4,6 mm x 5µm) foram obtidas pelo estudo das variáveis de análise. Das fases móveis testadas, o conjunto 0,01M: Acetonitrila: Metanol (72: 20: 8) e 0,1% Trietilamina como Fase A e Metanol como Fase B apresentou a melhor separação dos analitos e possibilitou uma boa detecção e quantificação dos compostos. Foi empregada a eluição em modo gradiente, mantendo o fluxo constante de 1 mL . min⁻¹ com detecção em 265nm. O volume de injeção foi de 10 µl e eluição com a coluna mantida a uma temperatura de 35 ° C. Posteriormente foi elaborada uma curva analítica para verificar o limite / faixa de detecção dos analitos nessas condições (Tabela 1). A Figura 1 mostra o cromatograma dos antibióticos estudados com detecção em 265 nm.

Variáveis estudadas	Condições estabelecidas
Fase móvel	Fase A: 0.01 mol.L ⁻¹ Ácido oxálico: Acetonitrila: Metanol (72: 20: 8) e 0.1% Trietilamina Fase B: Metanol
Proporções de fase móvel	Gradiente: 0.01 min.: 5% B; 1min: 5% B; 10 min.: 15% B; 15 min.: 5% B; 18 min.: 5%B.
Fluxo de fase móvel	1 ml.min ⁻¹
Tempo de análise	18 minutos
Volume de injeção	10 µL
Temperatura do forno	35°C
Detecção	265nm

Tabela 1: Condições de análise cromatográfica.

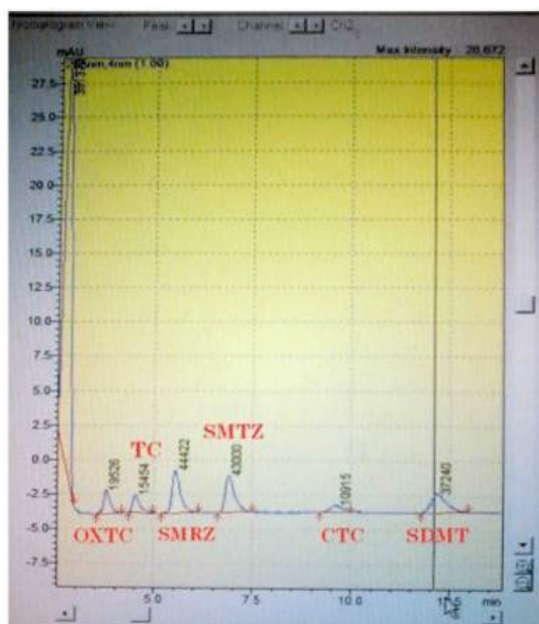


Fig. 1 Cromatograma obtido na injeção de solução padrão de 10 µL (1,0 mg.L⁻¹) nas condições de análises estabelecidas. Identificação de picos: OXTC: oxitetraciclina; TC: tetraciclina; SMRZ: sulfamerazina; SMTZ: sulfametoxazol; CTC: clortetraciclina; SDMT: sulfadimetoxina.

3.2 Desenvolvimento das condições de extração por SPE

Para o desenvolvimento das análises foi utilizada a técnica de extração em fase sólida (SPE) para isolar e extrair os resíduos dos antibióticos presentes no leite e análises por cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por arranjo de diodos (CLAE-DAD). Para isso, foi necessária a utilização de uma amostra de leite no desenvolvimento do método. A estratégia metodológica consistiu na centrifugação por 5 min (3500 rpm) de

uma amostra de 5,0 mL de leite fortificado com 100,0 μL de uma mistura de antibióticos com posterior adição de 5,0 mL de ácido clorídrico 2,0 mol.L⁻¹ e agitação na mesa agitadora por 10 min (180 RPM). O sobrenadante foi filtrado através de um filtro de náilon de 0,20 μm , coletado diretamente em cartucho SPE C18 previamente condicionado com água ultrapura e metanol (grau HPLC) e eluído com 3,0 mL de metanol. O eluato foi concentrado por rotavaporação e analisado por HPLC-DAD.

3.3 Avaliação das taxas de recuperação das amostras

Com todos os parâmetros de análise otimizados, o método foi validado de forma a garantir a confiabilidade dos resultados metodológicos. A técnica empregada permitiu valores de recuperação dentro dos limites permitidos na Literatura (70-120%) demonstrando sua eficiência no processo de extração (Tabela 2).

Antibióticos	Recuperação (%)		
	100 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	250 $\mu\text{g.kg}^{-1}$	1000 $\mu\text{g.kg}^{-1}$
Sulfamerazina	84.2 \pm 5.3	86.3 \pm 9.3	74.4 \pm 3.4
Sulfametoxazol	94.7 \pm 8.6	104.5 \pm 3.8	78.4 \pm 6.5
Sulfadimetoxina	68.9 \pm 6.4	81.2 \pm 5.7	80.1 \pm 9.5

Tabela 2: Taxas de recuperação obtidas na técnica de extração por SPE.

No nível inferior de fortificação (100 $\mu\text{g.kg}^{-1}$) os limites de quantificação foram obtidos, as recuperações variaram de 68,9% a 94,7% com um desvio padrão relativo variando de 5,3% a 8,6%. No nível intermediário (250 $\mu\text{g.kg}^{-1}$) as recuperações variaram de 81,2% a 104,5% com um desvio padrão relativo variando de 3,8% a 9,3%. No nível mais alto (1000 $\mu\text{g.kg}^{-1}$) as recuperações variaram de 74,4% a 80,1% com desvio padrão relativo variando de 3,4% a 9,5%. As recuperações obtidas encontram-se dentro da faixa adequada (70 a 120%) conforme estabelecido pela ANVISA (2016), com boa precisão entre as medidas (abaixo de 15,0%) (TOALDO, 2011) [9-12].

3.4 Validação do método

A validação do método avaliou os parâmetros da faixa linear de trabalho, limite de detecção e limite de quantificação. Estão descritos os valores obtidos na Tabela 3.

O método validado foi aplicado na análise de 16 amostras de 4 diferentes marcas de leite tipo C produzidas em Sergipe e comercializadas na cidade de Aracaju.

ANTIBIÓTICOS	Faixa de trabalho ($\mu\text{g. kg}^{-1}$)	Limite de detecção ($\mu\text{g. kg}^{-1}$)	Limite de quantificação ($\mu\text{g. kg}^{-1}$)
Sulfamerazina	100 - 1000	80	250
Sulfametoxazol	100 - 1000	50	100
Sulfadimetoxina	100 - 1000	80	250

Tabela 3: Parâmetros de validação do método.

As análises foram realizadas ao longo de quatro semanas consecutivas com amostras de leite tipo C produzidas em diferentes regiões do estado. Cada amostra foi analisada em triplicata e antes da análise foi realizado um branco no sistema cromatográfico, a fim de evitar o efeito de memória e aumentar a precisão e exatidão das análises. A área considerada para o cálculo da concentração foi a média aritmética das áreas obtidas em cada análise. Em todas as amostras de leite analisadas o antibiótico sulfametoxazol foi detectado na faixa de concentração de 489,4 a 842,56 $\mu\text{g. kg}^{-1}$, mostrando que está acima do limite permitido pelo Ministério da Agricultura (100 $\mu\text{g. kg}^{-1}$) (Tabela 4).

AMOSTRAS	SMTZ Concentração ($\mu\text{g. kg}^{-1}$)	Abaixo do LMR	Acima do LMR
Marca 1	842.56	-	✓
Marca 2	714.12	-	✓
Marca 3	489.43	-	✓
Marca 4	580.88	-	✓

Tabel 4: Valor médio dos resultados obtidos pela análise de amostras de leite produzidas em Sergipe e comercializadas na cidade de Aracaju.

Os cromatogramas obtidos nas análises de amostra são mostrados nas Figuras 2 e 3.

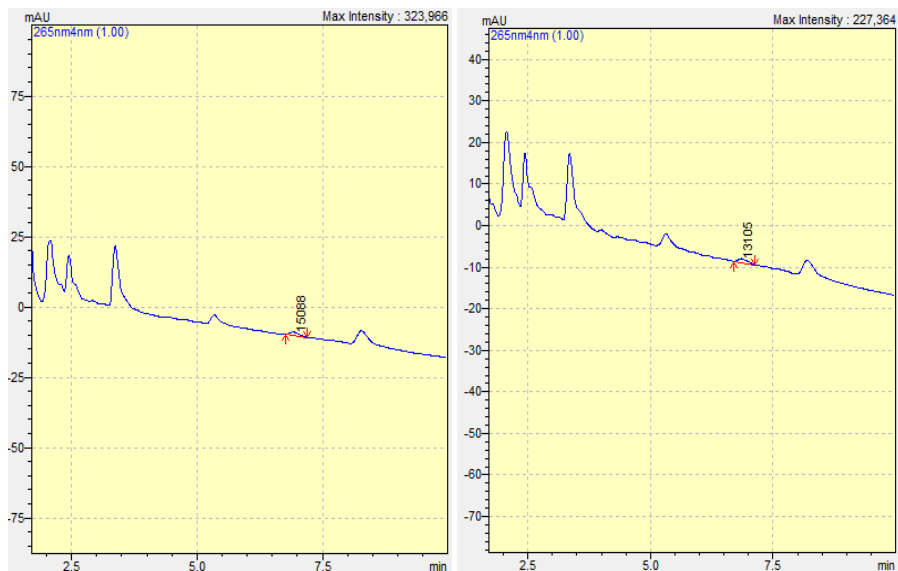


Figura 2: Cromatogramas obtidos na análise das amostras de leite da Marca 01 (a) e da Marca 02 (b).

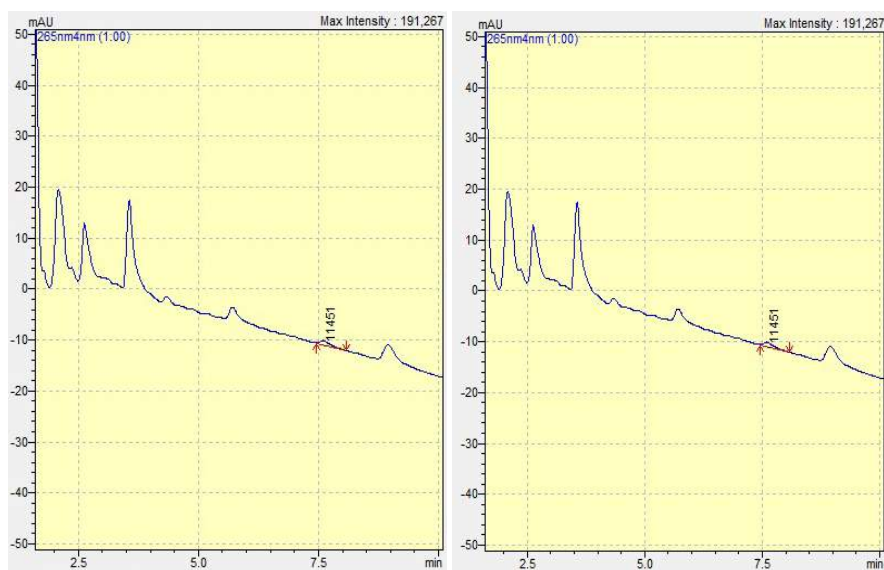


Figura 3: Cromatogramas obtidos na análise das amostras de leite da Marca 03 (c) e da Marca 04 (d).

4 | CONCLUSÃO

Foi aplicado um método rápido, simples, direto e de baixo custo, baseado em cromatografia líquida de alta eficiência de fase reversa, para a determinação de resíduos de antibióticos em amostras de leite produzidas no Estado de Sergipe. Os resultados deste estudo permitiram o monitoramento de resíduos do antibiótico Sulfametoxazol em todas as

amostras analisadas na faixa de concentração de 489,4 a 842,56 $\mu\text{g.kg}^{-1}$, mostrando que está acima do limite permitido pelo Ministério da Agricultura (100 $\mu\text{g.kg}^{-1}$).

Espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para o desenvolvimento de programas de monitoramento de resíduos de antibióticos no leite e assim possibilitar para o fortalecimento do agronegócio e da agricultura familiar em nosso estado, bem como para garantir a qualidade dos produtos produzidos e comercializados em nossa região.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil.

REFERÊNCIAS

Agência de Notícias de Sergipe. **Sergipe vai produzir 184 milhões de litros de leite em 2015**. Disponível em: <<http://www.agencia.se.gov.br/noticias/agricultura/sergipe-deve-produzir-184-milhoes-de-litros-de-leite-em-2015>>. Acessado em 23 de março de 2016.

BRASIL. Portaria n.72, de 03 junho de 1998. **“Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária institui Programa de Controle e Resíduos Biológicos do Leite - PCRBL”**. Diário oficial da união, Brasília, n.107, p.131. 08 jun. 1998. Seção 1.

DENOBILO, D. ; NASCIMENTO, E. de S. **“Validação de um método para a determinação de resíduos de antibióticos oxitetraciclina, tetraciclina, clortetraciclina e doxiciclina em leite por cromatografia líquida de alta eficiência.”** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v.40, n. 2, pág. 209-218, 2004.

FRAZIER, W.C., WESTHOFF, D.C. **Microbiology of foods**. Zaragoza: Acribia, 1978. p.274-300

FURLONG, J. (Ed.). **Doenças de bovinos adultos**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1992. p.169-174.

MINIUSSI, J.T. **Resíduos de medicamentos veterinários nos alimentos de origem animal**. Em: CHARLES, T.P., FURLONG, J. **Doenças dos bovinos de leite adultos**. 1º. Edição. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, v.1, n. 2, pág. 169-174, 1992.

OLIVEIRA, A.J., CARUSO, J.G.B. **Leite: características, composição química, propriedades, obtenção higiênica, conservação e tratamento**. Em: CAMARGO, R. et al. (Ed.). Tecnologia Agrícola. São Paulo: NOBEL, 1984. p.191-203.

OLIVEIRA, C. A. F. , FONSECA, I. F. L. ; GERMANO, P. M. L. **“Aspectos relacionados à produção, que influenciam a qualidade do leite.”** Higiene Alimentar, v. 13, n. 62, pág. 16/10/1999.

PELCZAR, M.J., CHAN, E.C.S., KRIEG, N.R. **Microbiologia**. São Paulo: Makron Books, 1996. v.2, p.22-40. Em: NASCIMENTO, Gislene G. F. do, MAESTRO, V., CAMPOS M. S. P. de. **“Ocorrência de resíduos de antibióticos no leite comercializado em Piracicaba, Sp.”** Rev. Nutr. vol.14 no.2 Campinas mai / ago.

SOUZA, A. F. L. M. F. G. C. R. “**Conab - Empresa Nacional de Abastecimento: leite e produtos lácteos.**” 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/olacms/uploads/arquivos/16_05_04_17_33_34_leite_abril_2016.pdf>. Acessado em 23 de setembro de 2016.

TOALDO, I. M. “**Desenvolvimento e validação de um método multirresíduos para a determinação de resíduos antimicrobianos no leite por HPLCFL / DAD e HPLC-MS / MS.**” 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ZOCCAL, R. “**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**” Brasília: EMBRAPA, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/consumo/consumo.php>>. Acesso em 24 de julho de 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aedes aegypti 2, 5, 126, 127, 128, 131, 134, 135, 136

Águas 35, 65, 88, 118, 240, 250, 253, 262, 266, 277, 280, 281, 282, 283, 285, 287, 291, 292, 293, 294, 295

Análise termogravimétrica (TGA) 243

Ansiedade 6, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Antibióticos 7, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 287

Antifitopatogênico 146

Antifúngica 146, 155, 156, 157, 158, 159, 177, 263

Antimicrobiana 2, 6, 146, 149, 150, 154, 155

Atividades experimentais 46, 68, 82, 89, 91

B

Base nacional curricular comum (BNCC) 43

Biocompatibilidade 211, 212

Bioetanol 7, 228

Biomassa 2, 7, 228, 252, 253, 254, 255, 257, 259, 260, 262

Biomateriais 211, 217

Biorreativas 160

Biossorção 228, 252, 263

Biossorvente 228, 252, 262

Biota aquática 265

C

Cálculos estequiométricos 55, 66, 67, 119, 121, 122, 124

Carboidratos 126, 127, 128, 135, 136, 137, 219

Chuva ácida 5, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118

Clerodanos 138

Compartimentos aquáticos 265, 267, 273

Compostos-alvos 265, 273

Conhecimento químico 11, 52, 82

D

Diterpenos 138

Dopagem 205, 207, 209

E

Educação ambiental 2, 34, 35, 36, 40, 41, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 79, 295

Efeitos deletérios 265

Efluentes industriais 280, 282, 291, 292

Ensino-aprendizagem 2, 2, 8, 12, 27, 42, 43, 46, 49, 69, 89, 91, 94, 95, 98, 100, 113, 120, 189, 190, 191, 192, 193, 194

Ensino remoto 4, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 98, 100, 117

Epistemológicos 3, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 26, 27, 29, 30, 31

Escola 3, 4, 3, 5, 6, 8, 25, 30, 32, 34, 36, 39, 41, 46, 50, 51, 52, 56, 60, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 82, 84, 87, 90, 91, 98, 106, 107, 108, 111, 114, 118, 119, 121, 122, 190, 204, 210, 211

F

Fármaco 138, 151, 176, 270, 272, 273

Flavonoides 138, 145

Formação docente 10, 14, 26, 30

Foto-fenton 8, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294

Fungo 147, 148, 155, 157, 158

G

Gastroprotetor 138

Gemfibrozil 8, 265, 266, 268, 269, 274, 275, 276, 277

Google meet 4, 89, 91, 101, 111, 112, 114, 119, 120, 122, 191

H

Hidroclorotiazida 8, 265, 270, 277, 278

Hidroxiapatita 2, 7, 211, 212, 215, 216, 217

I

Impactos ambientais 3, 263, 267, 280, 291

In vitro 160, 163, 167, 168, 169, 170

Isotermas 239, 241, 242, 244, 245, 252, 255, 256, 259, 260

J

Jogo lúdico 4, 100, 101, 103, 105

L

Labdanos 138

Laboratórios 91, 94, 98, 150, 263, 295

Larvicidas 126, 128, 131, 134, 135

Leite 7, 41, 101, 189, 191, 211, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227

Letramento digital 119

Lignina 228

Lixo 3, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 48, 71, 72, 73, 74, 75, 265, 267

M

Materiais alternativos 2, 80, 82, 87, 88, 89

Matrizes aquosas 2, 8, 265, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 277

Metais pesados 2, 252, 253, 254, 263, 289

Metodologias ativas 42, 43, 48, 50, 189, 190, 191, 192, 193, 194

Microscopia eletrônica de transmissão (MET) 239, 242, 246

Mídias digitais 5, 1, 3, 111, 113

Monômero 196, 198, 206

N

Nanopartículas 2, 7, 204, 205, 206, 239, 240, 241, 250

Naproxeno 8, 265, 269, 271, 277

Neurotransmissores 6, 189, 190, 191, 193, 194

P

Pedagogical Knowledge of Chemistry Content (PCKC) 10

Plásticos 4, 6, 196, 198

Poluentes 113, 240, 250, 253, 280, 281, 282, 284, 285, 292

Práticas inovadoras 42, 43

Processos convencionais de tratamento 265, 266

Processos oxidativos avançados 2, 8, 137, 265, 268, 280, 281, 282, 291, 293, 294, 295

Protagonistas 46, 80, 98

R

Radical hidroxila 280, 288

Radioatividade 4, 45, 100, 101, 102, 103

Reação de Debus-Radziszewski 6, 172, 177, 179, 180, 187

Recalcitrantes 280, 282

Reciclagem 2, 9, 70, 71, 72, 74, 79

Recursos didáticos 52, 99

Recursos midiáticos 111, 114, 116, 117

Remediação 2, 8, 252, 253, 280, 283, 294, 295

Reutilização 3, 38, 40, 41, 70, 71, 74, 77, 283, 295

S

Síntese orgânica 128, 137, 160, 163, 173

T

Tecnologias avançadas de tratamento 265

Titulação 4, 80, 82, 85, 86, 87, 88

Toxicidade 126, 131, 135, 157, 163, 273, 282, 283, 287


U

Usnea steineri 6, 146, 147, 149, 150, 152, 153, 158




O papel fundamental da

QUÍMICA entre as CIÊNCIAS NATURAIS

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O papel fundamental da

QUÍMICA entre as CIÊNCIAS NATURAIS

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

